

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Faculté d'éducation

Département de pédagogie

Comparaison de l'efficacité des manuels scolaires électroniques interactifs par rapport aux
manuels scolaires conventionnels pour l'acquisition de connaissances
scientifiques chez des élèves du deuxième cycle du secondaire

Par

Christopher Hannan, 09202640

Essai présenté à la Faculté d'éducation
en vue de l'obtention du grade de
Maîtrise en enseignement au secondaire,
Cheminement qualifiant

Avril 2015

© Christopher Hannan, 2015

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Faculté d'éducation

Département de pédagogie

Comparaison de l'efficacité des manuels scolaires électroniques interactifs par rapport aux
manuels scolaires conventionnels pour l'acquisition de connaissances
scientifiques chez des élèves du deuxième cycle du secondaire

Par

Christopher Hannan

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Professeur Vincent Grenon

Président du jury

Professeur Vincent Grenon

Directeur de recherche

Rania El Bilani

Autre membre du jury

Essai accepté le 25 février 2015

RÉSUMÉ

L'informatisation croissante de plusieurs sphères de la société moderne a un effet d'entraînement dans le domaine éducatif. Notamment, l'intégration des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans les écoles secondaires incite les pédagogues à prendre de nouveaux outils en considération dans l'élaboration d'activités d'apprentissage, dont les tablettes numériques et les manuels scolaires électroniques. L'usage de ceux-ci rentre en conflit avec les manuels scolaires conventionnels en remplissant au moins partiellement leur rôle de soutien pédagogique. Cette recherche vise donc à comprendre l'effet des manuels scolaires électroniques, munis de fonctions interactives pour engager l'élève, sur l'efficacité de l'acquisition de connaissances d'élèves québécois en deuxième cycle du secondaire en science et technologie. La méthodologie comprend deux phases : la production et la validation de deux chapitres d'un manuel scolaire électronique interactif basé sur un manuel scolaire conventionnel et l'expérimentation de ceux-ci dans une situation d'apprentissage et d'évaluation (SAÉ). L'étude vise à recueillir des données sur le taux d'acquisition de connaissances et sur le degré de confiance des élèves quant à leurs réponses. Un questionnaire d'appréciation des deux types de manuel est également utilisé. Les résultats suggèrent qu'il n'y a pas de différence significative entre l'usage d'un manuel scolaire électronique ou d'un manuel scolaire conventionnel pour l'acquisition de connaissances scientifiques. Aussi, une augmentation significative de confiance est rapportée quel que soit le manuel utilisé. Les participants éprouvant moins de difficultés avec l'usage d'une tablette électronique ont été plus nombreux à préférer l'usage du manuel scolaire électronique et vice-versa. Les participants en général ont trouvé le manuel scolaire électronique plus motivant que le manuel scolaire conventionnel. Toutefois, ils expriment des réserves quant aux distractions qui résultent de l'usage de celui-ci ainsi que de l'effet possible sur leur performance académique.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	8
CHAPITRE I – PROBLÉMATIQUE	9
1. CONTEXTE DE LA RECHERCHE	9
1.1 Phénomène d'informatisation	9
1.2 Intégration des TIC dans la pédagogie	10
1.3 Les tablettes numériques en éducation	11
1.4 La lecture des manuels scolaires électroniques	12
1.5 Les manuels électroniques dans l'éducation	13
1.6 Contexte spécifique de la recherche	15
2. PROBLÉMATIQUE DE LA RECHERCHE	16
2.1 Atouts et lacunes des manuels scolaires conventionnels	16
2.2 Atouts et lacunes des manuels scolaires électroniques	18
2.3 L'effet sur la motivation scolaire	20
2.4 L'effet sur la confiance	21
2.5 La satisfaction avec les manuels scolaires électroniques	22
3. QUESTION GÉNÉRALE DE RECHERCHE	23
CHAPITRE II - CADRE DE RÉFÉRENCE	24
1. DÉFINITIONS DES CONCEPTS-CLÉS.....	24
1.1 Le PFÉQ et l'acquisition de connaissances	24
1.2 La situation d'apprentissage et évaluation	25
1.3 La confiance et l'apprentissage	26
1.4 Le manuel scolaire conventionnel	27
1.5 La tablette numérique	28
1.6 Le manuel scolaire électronique	29
1.7 Les fonctions interactives	30
2. ANALYSE DE MANUELS SCOLAIRES	31
2.1 L'analyse des manuels scolaires conventionnels	32
2.2 L'analyse des manuels scolaires électroniques	33
2.3 La comparaison des manuels scolaires	34
3. QUESTION SPÉCIFIQUE ET OBJECTIFS	35

CHAPITRE III - INDICATIONS MÉTHODOLOGIQUES	37
1. TYPES D'ESSAI	37
2. MÉTHODOLOGIE.....	38
3. L'ÉCHANTILLON	43
4. MÉTHODOLOGIE DE COLLECTE ET D'ANLYSE DE DONNÉES	44
5. MESURES ÉTHIQUES	47
 CHAPITRE IV - RÉSULTATS	 48
1. VALIDATION DU MANUEL SCOLAIRE ÉLECTRONIQUE INTERACTIF	48
2. ACQUISITION DE CONNAISSANCES.....	51
3. SATISFACTION DES ÉLÈVES	54
4. MESURES D'ASSOCIATION	57
5. INDICATEURS DE CONFIANCE	58
 CHAPITRE V - DISCUSSION	 62
1. VALIDATION DU MANUEL SCOLAIRE ÉLECTRONIQUE INTERACTIF	62
2. ACQUISITION DE CONNAISSANCES.....	64
3. LA TABLETTE NUMÉRIQUE ET LES DISTRACTIONS.....	66
4. MOTIVATION DES ÉLÈVES	67
5. DIFFICULTÉS TECHNOLOGIQUES ET TYPE DE MANUEL	69
6. CONFIANCE DES ÉLÈVES.....	70
7. ÉTHIQUE DES RÉSULTATS	71
8. FORCES DE LA RECHERCHE.....	72
9. LIMITES ET RECOMMANDATIONS	72
 CONCLUSION	 75
 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	 76

ANNEXE A: QUESTIONNAIRE DE VALIDATION	87
ANNEXE B: PRÉTEST DE CONNAISSANCES	89
ANNEXE C: GUIDE DE L'ÉLÈVE	93
ANNEXE D: POST-TEST 1 SUR L'ÉLECTROMAGNÉTISME	104
ANNEXE E: POST-TEST 2 SUR LES COMPOSANTES ÉLECTRONIQUES.....	109
ANNEXE F: QUESTIONNAIRE D'APPRÉCIATION.....	114
ANNEXE G: VALIDATION: AUTRES COMMENTAIRES ET ACTIONS.....	116
ANNEXE H: COMMENTAIRES SUR LA SATISFACTION DES ÉLÈVES.....	118

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 – Caractéristiques des supports pédagogiques imprimés	28
Tableau 2 – Caractéristiques des supports pédagogiques avec écran	29
Tableau 3 – Fonctions interactives disponibles dans le logiciel iBooks Author	31
Tableau 4 – Connaissances évaluées dans la SAÉ	42
Tableau 5 – Activités d'apprentissage lors de l'expérimentation	43
Tableau 6 – Correspondance entre les questions du prétest et des post-tests	46
Tableau 7 – Séquence des activités de l'expérimentation	46
Tableau 8 – Résultats de la validation de la mise en page et conception du manuel électronique interactif	49
Tableau 9 – Résultats de la validation du contenu et de la fonctionnalité du manuel électronique interactif	50
Tableau 10 – Résultats du prétest et de la post-évaluation pour chaque thème scientifique	51
Tableau 11 – Augmentation des notes (sur 4) pour chaque thème scientifique	52
Tableau 12 – Augmentation des notes (sur 4) pour le thème de l'électromagnétisme	52
Tableau 13 – Augmentation des notes (sur 4) pour le thème des composantes électroniques ...	52
Tableau 14 – Résultats de la post-évaluation pour les 4 questions supplémentaires pour le thème de l'électromagnétisme pour chaque outil	53
Tableau 15 – Résultats de la post-évaluation pour les 4 questions supplémentaires pour le thème des composantes électroniques pour chaque outil	53
Tableau 16 – Résultats du questionnaire d'appréciation	55
Tableau 17 – Perception personnelle des élèves	56
Tableau 18 – Sommaire des commentaires des élèves dans le questionnaire d'appréciation	56
Tableau 19 – Corrélation des niveaux de confiance entre le prétest et le post-test pour chaque thème scientifique	59
Tableau 20 – Augmentation des niveaux de confiance pour chaque thème scientifique	59
Tableau 21 – Augmentation des niveaux de confiance pour chaque outil pour le thème de l'électromagnétisme	60
Tableau 22 – Augmentation des niveaux de confiance pour chaque outil pour le thème des composantes électroniques	60

INTRODUCTION

La prolifération de l'usage des appareils électroniques en général, et des tablettes numériques en particulier, est un phénomène indéniable qui s'est accentué au cours des dernières années partout au monde. Suivant cette vague, plusieurs départements d'éducation dans de juridictions diverses, y compris le Québec, adoptent des mesures d'intégration des technologies de l'information et de communication (TIC) dans leurs salles de classe. Les tablettes numériques, avec leur facilité d'utilisation et accessibilité à l'internet et aux livres électroniques, entre autres, se sont avérées un outil de choix des commissions scolaires et autres établissements d'éducation secondaires afin de répondre à ces politiques. Or, le prix initial et d'entretien de ces appareils, ainsi que des mises à niveau des réseaux Wi-Fi dans les écoles, leur cause un dilemme budgétaire. Une solution envisagée est de remplacer les manuels scolaires conventionnels, qui sont pour la plupart dispendieux, par des manuels scolaires électroniques. Ces manuels, moins chers et disponibles sur les tablettes numériques, offrent en sus des fonctions interactives dont le but est de favoriser l'engagement des élèves.

Il est pertinent donc de connaître l'effet possible de cette décision sur les apprentissages des élèves. En d'autres mots, quelle est l'efficacité des manuels scolaires électroniques interactifs pour l'acquisition de connaissances chez les élèves par rapport aux manuels scolaires conventionnels ? Dans le but de répondre à cette question, cette recherche comporte deux objectifs : la production d'un matériel pédagogique, qui prendra la forme d'un manuel scolaire électronique interactif, et une recherche-expérimentation, soit la mise à l'essai de ce manuel sur le terrain. Cette recherche sera complétée dans le contexte d'une situation d'apprentissage et d'évaluation (SAÉ) en science et technologie au secondaire, en concordance avec les objectifs du programme de formation de l'école québécoise (PFÉQ). Les prochaines pages présentent la problématique, le cadre de référence, la méthodologie, les résultats, la discussion et les conclusions de cette recherche.

CHAPITRE I – PROBLÉMATIQUE

Le premier chapitre de l'essai aborde la problématique de la recherche. Elle comporte trois sections. En premier, le contexte de la recherche sera abordé. Ensuite, la description de la problématique fera objet de discussion. Enfin, la question générale de la recherche sera présentée.

1. CONTEXTE DE LA RECHERCHE

Les technologies d'information et de communication (TIC) occupent une place de plus en plus prépondérante dans le travail, la communication, le divertissement et l'acquisition d'information. Cette situation comporte plusieurs enjeux pour l'avenir de l'éducation au secondaire. La discussion portera donc sur ce phénomène d'informatisation, l'intégration des TIC dans la pédagogie, les tablettes numériques à l'école, et enfin sur les manuels électroniques en éducation.

1.1 Phénomène d'informatisation

L'informatisation en constante croissance de notre société s'avère un contexte important pour la compréhension de la problématique. Dès l'an 2000, le Conseil supérieur de l'éducation se prononce sur cette question :

[...] la numérisation qui permet d'assurer la diffusion et la circulation de contenus multimédias (capables de véhiculer texte, son, image et animation) ont fait d'Internet un phénomène avec lequel il faut dorénavant composer dans toutes les sphères d'activité, y compris en éducation [...] il faut mieux en prendre acte dès maintenant pour s'y tailler une place active, bénéficier des possibilités qui y sont offertes et en faire un atout au service de l'éducation sur le plan pédagogique (Gouvernement du Québec, 2000, p.18).

De plus, l'exposition des adolescents aux appareils numériques et à l'internet ne cesse de croître. Selon Ridout, Foehrer et Roberts (2010), le pourcentage d'adolescents américains ayant accès à l'internet à la maison a passé de 47% à 84% de 1999 à 2009. Au Québec, cette proportion s'élevait à 79,7% en 2012 (Cefrio, 2013). Il est donc évident que l'informatisation est bien inculquée dans nos mœurs, et les adolescents d'âge d'école secondaire sont très exposés à ce phénomène.

De plus, le marché de l'emploi futur, dont les élèves d'aujourd'hui seront les principaux acteurs et dirigeants, sera de plus en plus informatisé. En fait, selon le Bureau des statistiques du Travail des États-Unis, le nombre d'emplois dans l'informatique et les systèmes numériques s'accroîtront de 18% entre 2010 et 2020 (U.S. Bureau of Labor Statistics, 2012). De plus, les emplois avec emphase technologique seront ceux qui connaîtront les plus grands taux de croissance et bénéficieront des rémunérations parmi les plus avantageuses pendant cette période (*ibid*). Suivant cette tendance, certains administrateurs seraient possiblement tentés d'accroître la présence d'appareils numériques à l'école afin de préparer les élèves à cette réalité.

1.2 Intégration des TIC dans la pédagogie

Inspiré par le phénomène d'informatisation décrit précédemment, un mouvement vers l'intégration des technologies de l'information de la communication (TIC) dans la pédagogie, amorcé depuis quelques années déjà, s'intensifie. Selon Broadie (2003), cette tendance est attribuable à de nombreux avantages qu'apportent les TIC dans la pédagogie. Son étude pour le Partenariat d'éducation en Europe rapporte un impact positif des TIC sur l'apprentissage des élèves, car elles permettent une prolongation des heures d'apprentissage, une meilleure accessibilité, une augmentation de la communication entre élèves, une augmentation de la motivation scolaire et un rééquilibrage entre les interventions de l'enseignant et du travail autonome de l'élève, entre autres (*ibid*).

En outre, une étude qualitative de John et Sutherland (2004) révèle que plusieurs enseignants au secondaire adoptent progressivement l'usage des TIC dans leurs domaines respectifs de leur propre aveu sans obligation. Depuis, cette tendance s'est accentuée, causant

Franklin (2011) à suggérer que la pédagogie est rendue à un point de non-retour en ce qui a trait à l'intégration des TIC dans les salles de classe. En 2012, le Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS) du Québec publie la mesure budgétaire 50680 (Gouvernement du Québec, 2012). Selon cette directive, d'importantes ressources financières sont attribuées aux commissions scolaires et aux écoles afin de leur permettre l'acquisition de ressources didactiques numériques pour l'utilisation du tableau blanc interactif et d'un ordinateur portable pour l'enseignant (*ibid*). Il est donc clair que le domaine de l'éducation n'est pas à l'abri des changements sociétaux imposés par l'informatisation, et que les TIC deviennent de plus en plus prévalentes dans les écoles secondaires.

1.3 Les tablettes numériques en éducation

Pendant que les TIC se répandent de plus en plus dans les salles de classe, un outil en particulier connaît une éclosion importante tout récemment: la tablette numérique. Dès l'introduction de l'iPad, la tablette numérique la plus prisée du marché, en 2010, l'état de Victoria, en Australie, propose un projet-pilote qui placera 500 iPads dans quatre écoles à raison d'un appareil par élève (Lemay, 2010). Depuis lors, le programme a été élargi à une dizaine d'écoles supplémentaires (State Government Victoria, 2013). Au Canada, la province de l'Alberta a tenu une assemblée en octobre 2011 afin de connaître le statut de l'utilisation des tablettes numériques dans ses écoles (Government of Alberta, 2012). Le rapport gouvernemental conclut que l'iPad est devenu un élément incontournable de leur paysage digital, et offre plusieurs avantages uniques de personnalisation des apprentissages (*ibid*). Au Québec, Karsenti et Fievez (2013) rapportent que plus de 10 000 élèves au secondaire utilisent l'iPad à l'école. De plus, Breton (2013) estime que ce chiffre augmentera de 50% pour l'année scolaire 2013-2014. Ailleurs dans le monde, Carter (2012) estime que 22% des élèves au Royaume-Uni seront munis d'une tablette numérique d'ici 2016. Il rapporte aussi que la Corée du Sud a investi massivement dans un système de téléchargement de manuels électroniques sur des tablettes numériques subventionnées de marque Samsung pour des millions d'élèves (*ibid*).

Il y a donc une expansion considérable de l'utilisation des tablettes numériques dans le domaine de l'éducation. En fait, en 2012, près de 11 millions de tablettes numériques ont été

achetées par des agences gouvernementales dont la forte majorité a été introduite dans des écoles (Metz, 2012). Cette expansion s'explique en partie par l'intuitivité de ces appareils permettant aux jeunes de les manipuler allègrement (*ibid*). Dans une étude, des boîtes scellées de tablettes numériques, sur lesquelles des logiciels éducatifs ont été téléchargés au préalable, ont été déposées sans instructions dans deux villages ruraux isolés en Éthiopie (Talbot, 2012). En cinq jours, des préadolescents utilisèrent en moyenne 47 logiciels par jour, et en deux semaines, ils furent capables de chanter l'alphabet (*ibid*). En outre, des études américaines démontrent que l'instruction avec des appareils électroniques en général et avec des tablettes numériques en particulier permet aux étudiants d'atteindre un objectif pédagogique entre 30 et 80% plus rapidement qu'auparavant (Federal Communications Commission, 2012). La prolifération des tablettes numériques ouvre donc la possibilité aux intervenants scolaires d'innover de nouvelles approches pédagogiques en utilisant de nouveaux outils technologiques.

1.4 La lecture des manuels scolaires électroniques

L'accroissement de la disponibilité et de l'utilisation de tablettes numériques rend plus convenable l'usage du livre électronique. La croissance de la lecture de livres électroniques au cours des dernières années change la manière par laquelle plusieurs consomment de l'information et acquièrent des connaissances. En 2012, pour la première fois de l'histoire, les ventes de livres électroniques aux États-Unis ont dépassé celles de livres reliés (Indvik, 2012). D'après Zickuhr, Rainie, Purcell, Madden et Brenner (2012), 47% des Américains âgés de moins de 30 ans lisent du contenu électronique significatif de manière régulière, et une pluralité préfère le contenu électronique à d'autres méthodes de délivrance d'information. Aussi, une proportion croissante lit et fait de la recherche en utilisant des livres électroniques (*ibid*).

Face à ce phénomène, les décideurs du monde de l'éducation n'ont pas tardé à mousser leur version du livre électronique : le manuel scolaire électronique. Le Département de l'éducation des États-Unis a publié deux feuilles de route à cet effet (Federal Communications Commission, 2012). La première, en 2010, est intitulée le « National Education Technology Plan » et le deuxième, en 2012, est intitulée le « Digital Textbook Playbook » (*ibid*). Ces documents, entre autres, suggèrent l'adoption d'appareils numériques mobiles dans les salles de

classe et encouragent l'accélération du développement et de la qualité des manuels scolaires électroniques (*ibid*). Malgré cela et le fait que la majorité des maisons d'édition publient à présent des livres électroniques, plus de 90% des manuels scolaires sont toujours lus en format papier conventionnel, et 30% des titres sont disponibles en format électronique (Schuetze, 2011). Afin d'accélérer la production de manuels scolaires électroniques, l'État de la Floride, à titre d'exemple, requerra que tous les manuels scolaires de sa juridiction soient disponibles en format électronique à temps pour l'année scolaire 2015-2016 (Federal Communications Commission, 2012). Au Québec, la lecture de manuels scolaires électroniques s'accroît considérablement parmi les usagers de tablettes numériques dans les écoles secondaires. Selon Therrien (2012), la vente de livres numériques aux écoles a quadruplé entre 2011 et 2012, pour atteindre 4% des ventes. De plus, Karsenti et Fievez (2013) soulignent dans leur étude de plus de 6000 élèves au secondaire que de loin l'usage premier de la tablette numérique en classe était pour la lecture et l'utilisation de manuels scolaires électroniques.

1.5 Les manuels électroniques dans l'éducation

Face à la diversité et à l'accessibilité grandissante des tablettes numériques et des manuels scolaires électroniques, plusieurs écoles ont fait le choix des les implanter dans leurs programmes éducatifs, et ce, parfois au détriment des manuels conventionnels. En effet, plusieurs ont déjà fait ce choix, mettant en vigueur des politiques visant le remplacement des manuels scolaires conventionnels par les manuels scolaires électroniques. Aux États-Unis, à partir de 2012, le Département de l'éducation fédéral recommande de procéder à l'échange des manuels scolaires conventionnels au profit de manuels scolaires électroniques avant 2017 afin de faciliter l'interactivité entre élèves, pour économiser de l'argent et pour assurer un contenu pédagogique continuellement à jour en tout temps (Federal Communications Commission, 2012). Quelques états ont donc passé des lois en ce sens. L'état de l'Alabama, à titre d'exemple, promulgue en 2012 la « Alabama Ahead Act », qui donne à leurs établissements scolaires le choix de délaisser leurs manuels scolaires conventionnels au profit de manuels scolaires électroniques (Government of Alabama, 2012). La loi prévoit aussi des subventions d'implantation généreuses pour le développement pédagogique des enseignants et l'infrastructure informatique (*ibid*). En outre, des districts scolaires en Californie et au Texas ont

également dépensé des sommes considérables pour doter leurs élèves d'iPads suite à l'annonce que trois éditeurs, soit Pearson, McGraw-Hill et Houghton Mifflin Harcourt, eurent conclu une entente avec Apple pour fournir une gamme de manuels scolaires électroniques exclusives à cette marque de tablette numérique (Thomassini, 2012). De plus, en Australie, Southward (2012) rapporte que deux écoles secondaires ont éliminé les manuels conventionnels au profit de manuels électroniques, de même que la faculté des sciences de l'Université d'Adelaine (Cross, 2010). Il y a donc des précédents à la piste de solution proposée à la problématique.

D'autre part, une étude de Foote (2012) révèle que le remplacement des manuels scolaires par des tablettes électroniques dans son école secondaire sera bénéfique à ses élèves qui se préparent au collégial. Elle estime que les distractions des appareils numériques présents dans les auditoriums postsecondaires nuisent considérablement aux apprentissages des étudiants, et que former les élèves dans l'utilisation responsable des appareils numériques est crucial (*ibid*). De plus, Lebrun, Lacelle et Boutin (2012) statuent qu'il est essentiel aux élèves du secondaire de se prévaloir de compétences en lecture médiatique, à savoir :

1. De reconnaître et produire des messages médiatiques faisant appel à des images fixes et mobiles;
2. D'éveiller sa conscience en suscitant des prises de positions critiques;
3. D'apprendre à travers des activités didactiques intégrant les blogues, les réseaux sociaux, les bandes dessinées, les productions vidéos, etc.;
4. D'intégrer des notions de littérature classique à celles de la littérature médiatique;
5. De lire et écrire de manière multimodale;
6. De développer des compétences informationnelles sur le web : navigation, sélection et structuration de l'information.

Par ailleurs, Kolderie et McDonald (2009) suggèrent que le modèle éducatif qui prédomine présentement, avec crayon, papier et manuel scolaire, n'est pas le modèle d'enseignement le plus efficace, mais bien celui qui est le plus économique. Ils affirment qu'avec la réduction progressive des coûts associés à l'implantation des TIC dans les écoles, les méthodes d'apprentissage de masse pourront être remplacées par des méthodes adaptées aux usagers (*ibid*). Ils mentionnent aussi que l'adaptation et la personnalisation des apprentissages,

rendus possibles grâce aux TIC, aident à mettre l'élève au centre de ses apprentissages, de lui donner de l'autonomie et de lui permettre, autant que possible, de construire ses connaissances lui-même (*ibid*). De plus, selon Martinez et Schilling (2010), le vieux paradigme d'enseignement fonctionnait, car les élèves avaient un accès limité aux informations requises à leurs apprentissages – manuels scolaires, encyclopédies et la bibliothèque. Cependant, les apprenants d'aujourd'hui ont accès à des quantités illimitées d'information, réduisant donc le rôle de l'enseignant à celui d'un guide, et le rôle du manuel comme étant une référence secondaire (*ibid*). Délaisser les méthodes d'apprentissage des générations précédentes, y compris l'usage de manuels scolaires, se veut une tendance naturelle pour les apprenants d'aujourd'hui.

1.6 Contexte spécifique de la recherche

Mon école n'était pas à l'abri de l'infiltration des tablettes numériques dans les salles de cours des écoles secondaires. En 2011, ma direction a décidé d'instaurer un programme où chaque élève a reçu un iPad afin de complimenter ses apprentissages. Avec peu de temps de préparation et de formation, mes collègues et moi, nous nous sommes engagés dans une aventure pédagogique en terrain inconnu. Ce fut un temps aussi bien stimulant que frustrant, car plusieurs décisions tant pédagogiques que disciplinaires ont dû être prises sur le vif. Étant technophile, j'avais tout de même une prédisposition très favorable à ce programme et je me suis lancé dans divers chantiers afin de profiter au maximum de cette opportunité. Pendant la première année d'enseignement dans ce contexte unique, j'ai constaté une diminution marquée de l'utilisation des manuels scolaires dans mes cours et de certains de mes collègues au profit d'activités interactives sur la tablette électronique. Cette tendance m'a forcé à repenser au rôle des manuels scolaires dans mes cours. Mon préjugé favorable à la technologie et mes connaissances en sciences m'ont porté à poser la question suivante : est-ce qu'un manuel électronique interactif serait une alternative valide, voire préférable à un manuel scolaire conventionnel? Il n'existait que très peu de réponses satisfaisantes pour mon cas dans la recherche à l'époque. Ces études comportaient plusieurs limites : elles étaient basées sur des nombres restreints d'élèves, ne correspondaient pas au niveau secondaire, présentaient des résultats peu ou pas significatifs, étaient restreints en terme de durée ou sur le plan méthodologique.

En résumé, cette contextualisation de la recherche a eu pour objectif de démontrer par la documentation scientifique qu'il y a bien une infiltration importante du manuel scolaire électronique dans un grand nombre d'écoles secondaires partout dans le monde, y compris au Québec. Ces manuels pourraient vraisemblablement occuper au moins partiellement des rôles traditionnellement attribués aux manuels scolaires conventionnels. Dans la prochaine section, le contexte élaboré précédemment servira de toile de fond pour la description de cette problématique.

2. PROBLÉMATIQUE DE LA RECHERCHE

Le contexte de la recherche a révélé que les manuels électroniques occupent une place grandissante dans l'école secondaire, possiblement au détriment des manuels scolaires conventionnels. La problématique visera donc de poursuivre cette discussion en se penchant notamment sur les atouts et les lacunes de ces deux outils de support pédagogique. Ensuite, l'effet des tablettes numériques et des manuels électroniques sur la motivation étudiante, sur la confiance de l'élève et sur la satisfaction de celui-ci sera présenté.

2.1 Atouts et lacunes des manuels scolaires conventionnels

Les manuels scolaires conventionnels sont un support pédagogique employé depuis des siècles. Ils ont donc plusieurs avantages pour favoriser les apprentissages des élèves. Whitehouse (2013) énumère une panoplie d'avantages des manuels scolaires conventionnels, dont deux sont retenus ici. D'abord, ils ont une structure organisée qui guide les élèves dans leurs apprentissages : chaque chapitre présente une suite logique bâtie sur les connaissances des chapitres précédents et le matériel est habituellement présenté avec une approche similaire (*ibid*). Aussi, les enseignants tirent avantage des manuels scolaires conventionnels car la structure directe et chronologique de celui-ci est propice à la création d'idées de leçons novatrices (*ibid*). Certaines études démontrent d'ailleurs que la lecture sur papier se prête mieux à la rétention de connaissances. Par exemple, Noyes et Garland (2008) rapportent que le cerveau humain retient

plus d'information lorsque l'individu lit un texte sur papier, et que le débit de lecture de textes sur écran est plus lent par environ 20 à 30%. Du point de vue environnemental, une étude démontre que la production d'un manuel conventionnel dégage cent fois moins de gaz à effet de serre que celle d'une tablette numérique (Goleman et Norris, 2012).

Cependant, les manuels scolaires conventionnels présentent aussi des lacunes. Par exemple, une étude de Lebrun, Lenoir et Desjardins (2004) révèle que les critères d'évaluation des manuels scolaires québécois ont changé peu depuis 1979. Ils soutiennent qu'un manuel scolaire doit « favoriser la mise en œuvre de situations-problèmes offrant la possibilité aux élèves de donner sens aux apprentissages auxquels ils sont appelés à se confronter. Pour ce faire, le manuel doit soutenir l'intégration d'une véritable gestion pédagogique-didactique (*sic*) du savoir. Or, les critères qui servent de balises évaluatives paraissent fort peu propices à la mise en évidence de cette gestion » (*ibid*, p.526). Si la plupart des manuels scolaires conventionnels ont été rédigés dans le contexte du paradigme d'enseignement behavioriste de l'époque, il est évident qu'ils ne sont pas aussi appropriés que souhaités pour soutenir des activités pédagogiques constructivistes ou socioconstructivistes prônées par le programme de formation de l'école québécoise. De plus, une recension des écrits de Callison (2003) rapporte plusieurs limites des manuels conventionnels modernes. En particulier, le degré de difficulté de ces manuels s'est amoindri au cours des dernières décennies, l'objectif de ces manuels est moins d'être une source de savoir, mais bien un document de consensus conçu à être vendu dans le plus grand nombre de communautés possibles, et la nature de ces manuels est devenue trop prescriptive, limitant ainsi la flexibilité de l'enseignant à pouvoir le modifier pour ses besoins (*ibid*). Les manuels scolaires conventionnels pèsent beaucoup plus que les manuels électroniques, qui sont téléchargés dans une seule tablette numérique. En fait, plusieurs pédiatres recommandent qu'un sac à dos n'excède pas 15% du poids d'un enfant, mais une étude menée dans l'État de la Californie révèle que la masse totale des manuels conventionnels requis excède ce pourcentage à presque tous les niveaux du primaire et du secondaire (Adams, 2004). De plus, selon la Commission de la protection du consommateur des États-Unis, plus de 13 700 élèves âgés de 5 à 18 ans ont été soignés pour des blessures reliées au poids de leur sac à dos en 2011-2012 (Dallas, 2012).

2.2 Atouts et lacunes des manuels scolaires électroniques

Les manuels scolaires électroniques présentent aussi plusieurs avantages. McKenzie (2009) en énumère : ils comportent des glossaires qui s'appuient sur l'Internet et sont donc constamment mis à jour; ils donnent accès à des exemples visuels riches et parfois interactifs qui illustrent de manière supérieure la matière à l'étude; ils offrent l'option de faire un zoom avant, de changer la police de caractères ou de lire le texte de manière auditive pour aider les élèves plus faibles en lecture; enfin, ils permettent la prise de notes et le surlignage directement dans le manuel. Par conséquent, un nombre limité d'études a conclu que les élèves du secondaire peuvent possiblement mieux réussir en se servant de manuels scolaires électroniques. Une étude dans le district Riverside de la Californie impliquant une centaine d'élèves au secondaire a révélé que 19% des élèves utilisant une version électronique sur un iPad de leur manuel scolaire en algèbre se sont classés dans des catégories supérieures dans leur examen d'État comparé à ceux utilisant des manuels scolaires conventionnels (Houghton Mifflin Harcourt, 2013). Toujours en Californie, un groupe de 122 élèves de cinquième année ayant fait l'usage d'une application sur l'iPad a réussi des scores 15% supérieurs au groupe de contrôle dans un test de mathématiques (Gamedesk, 2013). Il faut noter, cependant, que ces deux études n'étaient pas indépendantes, démontrant qu'une évaluation plus rigoureuse est requise en cette matière.

De plus, l'effet possible des manuels électroniques sur l'habileté des élèves à lire, à comprendre et à démontrer une certaine compréhension de la matière doit être considéré. La documentation scientifique suggère que les TIC peuvent augmenter l'intérêt pour la lecture de certains élèves, particulièrement les garçons. L'Organisation pour la coopération et le développement économique (OCDE) rapporte qu'il y a une variance typique entre les compétences de lecture des livres traditionnels des filles et celle des garçons. Mais la marge est réduite significativement lorsque ces livres sont remplacés par des manuels électroniques (Organisation for Economic Cooperation, 2012). Ils notent aussi que, sur plus de vingt pays étudiés, les augmentations les plus significatives pour la lecture digitale par rapport à la lecture traditionnelle ont été remarquées chez les garçons doués ainsi que les garçons les moins performants (*ibid*). Engel-Unruh (2010) rapporte aussi que la lecture de manuels électroniques sur tablette a été très bénéfique pour ses élèves à risque de décrochage. Elle souligne que la fonction texte-auditif, où le livre est lu oralement par l'appareil en même temps que l'élève, et le

dictionnaire intégré ont été particulièrement appréciés et utilisés par ses élèves (*ibid*). Donc, il est constaté que la lecture digitale peut s'avérer une méthode efficace pour aider en particulier les garçons et les élèves en difficulté à lire et à comprendre un sujet à l'étude.

Les manuels électroniques présentent aussi des lacunes. Vu qu'ils ne sont accessibles que sur un appareil électronique, une lacune importante réside dans l'utilisation de ces derniers. Les tablettes numériques peuvent devenir une source de distraction pendant des cours : environ 80% des élèves âgés de 8 à 18 ans accomplissent des tâches multiples (courriels, logiciels, sites web, etc) lorsqu'ils utilisent une tablette numérique (Gasser et Palfrey, 2009). Par ailleurs, des études démontrent que la lecture de textes avec hyperliens peut accroître le fardeau cognitif du cerveau, ce qui a pour effet de diminuer l'habileté de traiter et de retenir de l'information et de pouvoir transférer cette information en des connaissances conceptuelles (Carr, 2010). Shauffhauser (2012) estime que plusieurs élèves moins enclins technologiquement ont de la misère à opérer une tablette numérique, et ceci enfreint leur capacité d'apprentissage énormément. De plus, les appareils portables, incluant les tablettes numériques, peuvent contribuer à de la fatigue visuelle, à des maux de tête, au brouillard visuel et au syndrome de l'œil sec (American Optometrist Association, 2013). Les personnes faisant usage d'appareils mobiles fréquemment d'ailleurs démontrent de plus importantes instances de troubles de muscles, de la nuque, des épaules et de syndrome du canal carpien (Lin, 2009).

Enfin, une lacune possible des manuels électroniques réside dans leur effet sur la compréhension de texte. Une recherche de Carignan et Grenon (2012) sur un nombre restreint de participants de 3^e secondaire démontre des résultats mitigés lorsqu'ils comparent la compréhension de lecture d'élèves lisant des textes sur papier et des textes avec hyperliens. Schmoker (2011) remarque que selon ses études, des réformes éducatives s'imposent pour le bien de nos élèves, mais qu'ils se doivent d'être centrés sur l'habileté de l'élève à penser, à lire, à écrire et à discuter d'abord et avant tout. Lorsque ces priorités sont accomplies, une introduction progressive de la technologie peut avoir lieu (*ibid*). Selon lui, il faut donc préciser un rôle plus défini pour les tablettes numériques et les manuels électroniques en éducation secondaire pour assurer une intégration mieux réussie pour ceux-ci.

2.3 L'effet sur la motivation scolaire

Ensuite, un aspect important de la problématique est l'effet des tablettes numériques et des manuels électroniques sur la motivation d'apprentissage des élèves. Cette motivation peut être affectée par l'adoption grandissante de technologies d'information et de communication par une majorité d'élèves au secondaire. Plusieurs études soutiennent que toute mesure visant à accroître la motivation scolaire peut réduire le décrochage et augmenter les performances académiques au secondaire. Alivernini et Lucidi (2011) prétendent qu'il y a une relation directe entre le niveau d'auto-motivation de l'élève au secondaire et le décrochage scolaire; ils soutiennent que toute mesure visant à améliorer l'auto-efficacité de l'élève peut éviter ce phénomène et accroître la performance académique. Hardre et Reeve (2003) rapportent des résultats similaires pour une étude de 483 élèves âgés de 15 à 17 ans dans quatre écoles publiques rurales dans l'état d'Iowa. En effet, l'étude démontre que la motivation étudiante est le mieux soutenue dans un climat où l'autonomie de l'élève est privilégiée. De plus, Martinez et Schilling (2010) constatent que la moitié des élèves qui abandonnent leurs études citent l'ennui et un manque d'intérêt comme raisons principales. Selon leurs études, les jeunes sont beaucoup plus engagés dans leurs apprentissages lorsque les outils qu'ils emploient à l'école sont les mêmes que ceux qu'ils utilisent chez eux et dont ils se serviront sur le marché du travail (*ibid*).

Prensky (2001) fut l'un des premiers à articuler ce phénomène avec son discours sur les « natifs du numérique », affirmant que les élèves modernes ont changé dramatiquement; ils ne sont plus les personnes pour lesquelles notre système éducatif a été conçu, car ils traitent l'information différemment que leurs prédécesseurs. Le conseil supérieur de l'éducation (CSÉ), dans un rapport préconisant l'adaptation des écoles aux besoins des jeunes pour soutenir leur réussite, corrobore le discours de Prensky en consacrant une section spéciale à l'environnement technologique et virtuel dans lequel vivent les adolescents (Gouvernement du Québec, 2000). En particulier, le rapport souligne que les élèves du millénaire apprennent d'une manière différente que l'ont faite leurs parents et leurs enseignants (*ibid*). Notamment, ils sont participatifs, ils n'ont pas peur de la technologie et ils sont constamment mobiles et branchés, ce qui leur confère une certaine autonomie et autosuffisance (*ibid*). Enfin, pour citer le CSÉ, il y a « terrain fertile à la recherche en vue d'une meilleure intégration des technologies à l'apprentissage et à l'enseignement virtuel de qualité qui prend en considération les intérêts des

élèves et leurs acquis en matière de technologie.» (*ibid*, p.9). Ceci étant dit, plusieurs chercheurs, dont Bennett, Maton et Kervin (2008), suggèrent que la théorie de Prensky s'avère une réaction brusque et beaucoup trop simpliste face à la situation, que la relation qu'entretiennent les jeunes avec les appareils numériques est beaucoup plus nuancée, et que notre système éducatif actuel n'est pas nécessairement en train d'être rejetée pour autant. Des recherches ultérieures, dont Thomas (2011) et Smith (2012), démontrent aussi que la théorie de Prensky ne s'appliquerait pas nécessairement à toute cette génération. Néanmoins, la relation que les jeunes entretiennent avec les appareils numériques et l'application de cette relation à des fins pédagogiques sont importantes à prendre en considération dans le cadre de cette recherche.

2.4 L'effet sur la confiance

Il est documenté que la confiance de l'élève dans ses travaux académiques puisse augmenter en se servant d'une tablette numérique ou d'un manuel électronique. Dans une étude de 29 élèves d'une école primaire rurale au Royaume-Uni, un système préprogrammé sur tablette numérique, sorte de manuel électronique interactif primitif, a été expérimenté pour assurer une continuité entre les travaux mathématiques en classe et pour les devoirs (Kerawalla, O'Connor, Underwood, duBoulay, Holmberg, Luckin, Smith et Tunley, 2007). L'étude a démontré une augmentation significative de confiance des élèves en mathématiques sur une période de quatre semaines (*ibid*). Par ailleurs, une étude universitaire avec 20 participants âgés entre 22 et 25 ans a comparé l'efficacité des tablettes numériques vis-à-vis les ordinateurs portables (Alvarez, Brown et Nussbaum, 2014). Les résultats suggèrent que la confiance en soi des participants a augmenté plus significativement lors de l'usage des tablettes numériques lors de cours de génie (*ibid*). De plus, dans une recension des écrits, Islam (2008) rapporte qu'en général les élèves entre les âges de 5 à 17 ans exhibent plus de confiance et de connaissances de base lorsqu'ils utilisent des manuels électroniques. En bref, dans les études mentionnées, il a été démontré qu'il y a des possibilités d'accroissement de la confiance des élèves en utilisant des manuels électroniques, mais il manque des données significatives pour les élèves du secondaire, ainsi qu'une comparaison plus ciblée avec les manuels scolaires conventionnels.

2.5 La satisfaction avec les manuels scolaires électroniques

Enfin, il appert de discuter de la satisfaction des élèves vis-à-vis les tablettes numériques et les manuels électroniques. Quelques recherches ont été effectuées au niveau universitaire pour voir l'effet des manuels électroniques sur la satisfaction des élèves. De celles-ci, celle de Lam, Shun Leung, Lam et McNaught (2009) est retenue, car elle s'est déroulée sur la plus longue période, deux ans et demi, avec seulement 12 participants au niveau collégial. S'ils ont noté une appréciation des manuels à cause de leur nouveauté à court terme, la satisfaction des élèves a diminué au fil du temps (*ibid*). Ils notent, entre autres, des problèmes reliés au format d'affichage, à la navigation et aux fonctions de recherche. Ils concluent que l'emploi de manuels électroniques dans les activités d'apprentissage n'est pas encore rendu à un niveau optimal (*ibid*). Les raisons citées sont le manque de familiarité des élèves avec les appareils technologiques, la taille des appareils (ils se sont concentrés sur les téléphones cellulaires intelligents) ainsi que le manque de fonctionnalité des appareils utilisés (*ibid*). Ils suggèrent des recherches plus approfondies avec des appareils plus larges et une population ayant des connaissances de ces appareils au préalable (*ibid*). Ils remarquent que les élèves en sciences et en génie ayant le plus de temps d'emploi de ces manuels ont rapporté la plus grande appréciation pour cette méthode d'apprentissage (*ibid*). D'autre part, des études, comme celle de Martinez-Estrada et Conaway (2012), rapportent une grande appréciation qualitative des manuels électroniques dans les activités pédagogiques lors des projets pilotes dans les cours au secondaire et collégial. Il manque, cependant, des études quantitatives portant sur les bénéfices possibles au niveau académique de l'utilisation des manuels électroniques. D'ailleurs, une étude de Murray et Perez (2011) comparant les deux types de manuel confirme cette assertion. Cette pénurie de données quantitatives et comparatives est une des motivations pour la présente recherche.

Pour conclure, cette problématique a présenté plusieurs études sur le phénomène des manuels électroniques en éducation. Il demeure néanmoins plusieurs questionnements relatifs à leur effet sur l'acquisition de connaissances des élèves. Il y a, par exemple, un manque relatif de données probantes à long terme sur les effets des manuels scolaires électroniques sur les apprentissages des élèves. Ceci est dû, en partie, à l'introduction des tablettes numériques et

l'éclosion des manuels scolaires électroniques à partir de l'année 2010 seulement. Ceci amène donc à la question générale de la recherche.

3. QUESTION GÉNÉRALE DE RECHERCHE

Le contexte et la problématique de la recherche ont révélé qu'il y a un accroissement d'investissement dans les TIC dans les écoles secondaires. Parallèlement, il y a un mouvement d'implantation des TIC dans la pédagogie de l'enseignement au secondaire qui a pour but de mettre en place des conditions propices pour engager et motiver les élèves dans leurs apprentissages. Dans cette veine, le remplacement des manuels scolaires conventionnels par les manuels scolaires électroniques peut s'avérer une piste de solution pratique et même souhaitable pour servir de support pédagogique pour la nouvelle génération d'apprenants. Cependant, il manque des données sur les effets réels de l'utilisation des manuels électroniques sur l'acquisition de connaissances des élèves au secondaire et les études existantes présentent des limites. Par exemple, plusieurs études présentent des résultats non significatifs, se déroulent sur une période trop courte ou sont concentrées sur des élèves du primaire ou du collégial. Donc, la question générale de recherche se pose : l'usage des manuels scolaires électroniques favorise-t-il une meilleure acquisition de connaissances que les manuels scolaires conventionnels pour les élèves au secondaire?

Le prochain chapitre, le cadre de référence, aura pour but d'abord de définir les enjeux et concepts-clés engendrés par cette question. Ensuite, des méthodes d'analyse de manuels conventionnels et électroniques seront présentées. Enfin, ces définitions et méthodes d'analyse permettront de cerner la question de recherche et des objectifs plus spécifiques.

CHAPITRE II - CADRE DE RÉFÉRENCE

Ce deuxième chapitre décrit le cadre de référence de la recherche. Le chapitre est composé de trois parties. D'abord, les concepts-clés de la recherche seront définis et présentés de manière systématique. Ensuite, la discussion portera sur les théories d'analyse de manuels scolaires efficaces. Enfin, ces concepts et théories permettront de préciser la question ainsi que les objectifs spécifiques de la recherche.

1. DÉFINITIONS DES CONCEPTS-CLÉS

Cette section présente la définition des concepts-clés de la recherche. La recherche se déroule dans une école secondaire au Québec, donc le programme de formation de l'école québécoise sera d'abord présenté, avec comme sous-concept la philosophie du PFÉQ concernant l'acquisition de connaissances. La discussion se poursuivra en présentant la structuration de délivrance des connaissances dans le PFÉQ : la situation d'apprentissage et évaluation et le cours d'applications scientifiques et technologiques qui servira pour l'expérimentation. Ensuite, la définition des manuels scolaires conventionnels et celle des manuels électriques seront données, ainsi que celle de l'appareil permettant la consommation du manuel électronique : la tablette numérique. Enfin, une des caractéristiques fondamentales du manuel électronique, les fonctions interactives, sera définie et des exemples seront fournis.

1.1 Le PFÉQ et l'acquisition de connaissances

La question des manuels scolaires conventionnels et électroniques est un enjeu qui peut affecter l'efficacité de l'enseignement du contenu du programme de formation de l'école québécoise (PFÉQ). De plus, le contexte spécifique de la recherche se trouve dans une école québécoise et les contenus à enseigner sont prescrits par ce programme. Le PFÉQ vise à placer l'élève au centre de ses apprentissages et à tenir compte des besoins particuliers de chaque élève

(Gouvernement du Québec, 2007a). Un des courants pédagogiques privilégiés par le PFÉQ est le socioconstructivisme (*ibid*). Selon cette théorie de l'apprentissage, il importe de créer un conflit sociocognitif afin de favoriser la réorganisation des connaissances chez les élèves. De plus, dans le but ultime de développer les compétences disciplinaires et transversales de l'élève, le PFÉQ préconise d'abord l'acquisition de connaissances et définit le rôle de l'école à « [...] amener [l'élève] progressivement à élargir, à approfondir et à organiser [ses connaissances]; connaissances et compétences sont appelées à se renforcer mutuellement » (Gouvernement du Québec, 2007b). Rata (2012) soutient d'ailleurs que l'acquisition de connaissances conceptuelles est essentielle afin de développer la pensée critique et ainsi supporter l'expérience acquise lors des activités de l'approche socioconstructiviste. Il est donc primordial de déterminer la méthode la plus efficace afin de construire des connaissances. Gillis et MacDougall (2007) définissent la lecture en science comme étant un processus cognitif par lequel l'apprenant construit activement ses connaissances en interaction avec le texte. Donc, la lecture active est un élément essentiel à l'acquisition de connaissances, et les connaissances forment une des fondations du développement des compétences. Puisque cette recherche se déroule dans une école du Québec et que le PFÉQ requiert que l'acquisition de connaissances et le développement des compétences soient faits par l'entremise d'une situation d'apprentissage et d'évaluation (SAÉ), la prochaine section servira à décrire celle-ci.

1.2 La situation d'apprentissage et évaluation

L'approche éducative du PFÉQ étant le développement des compétences de l'élève, il est important de discuter du rôle de la situation d'apprentissage et d'évaluation (SAÉ) dans ce processus, ainsi que d'en faire le lien avec l'acquisition de connaissances. Dans le but de placer l'élève au centre de ses apprentissages et d'adapter l'enseignement aux apprenants, le PFÉQ recommande de structurer la présentation du contenu pédagogique dans des activités d'apprentissage et des situations d'évaluation authentiques, progressives et contextualisées, collectivement appelé des SAÉ (Gouvernement du Québec, 2007b). Les SAÉ encadrent donc les activités pédagogiques sur le terrain. Plus spécifiquement, selon le Gouvernement du Québec (2007a), une SAÉ est définie comme « un ensemble constitué d'une ou de plusieurs tâches à réaliser par l'élève en vue d'atteindre un but fixe » (p.5). Il y a deux éléments constitutifs des

SAÉ : un contexte associé à une problématique et un ensemble de tâches complexes et d'activités d'apprentissage liées aux connaissances des élèves (*ibid*). Notamment, les tâches complexes visent la mobilisation de ressources par l'élève, et les activités d'apprentissage touchent l'acquisition et la structuration de connaissances (*ibid*). Ces ressources incluent, entre autres, l'enseignant et les autres intervenants de l'école, ainsi que les sites web et les manuels scolaires. Selon le gouvernement du Québec (2007b), une SAÉ « est contextualisée dans la mesure où elle s'inspire des questions de l'actualité, des réalisations scientifiques et technologiques liées au quotidien des élèves ou des grands enjeux de l'heure » (p.10). Il peut donc être déduit que, pour développer ses compétences, un élève doit pouvoir mobiliser et avoir accès à une grande quantité de ressources dans un contexte spécifique. D'ailleurs, Cabin (1999) décrit une compétence comme étant latente, qu'elle ne s'exerce que dans une situation donnée et qu'elle n'est pas une connaissance possédée, mais un processus dynamique qui résulte de l'interaction entre plusieurs types de connaissances, de savoir-faire et de savoir-être. Le développement d'une compétence dans le contexte d'une SAÉ se repose donc sur un fondement qui inclut des connaissances. L'acquisition de connaissances est donc un processus mental requis dans le développement de compétences dans le contexte d'une SAÉ. Un autre facteur déterminant dans l'acquisition de connaissances est la confiance de l'élève. Cet aspect sera discuté dans la prochaine section.

1.3 La confiance et l'apprentissage

Plusieurs études démontrent que la confiance d'un élève a un effet sur sa capacité à acquérir des connaissances. Selon Stone (2014), la capacité de se rappeler et utiliser des connaissances construit une plus grande confiance chez l'élève; à son tour, la confiance donne l'énergie pour acquérir des connaissances plus difficiles. Elle prétend, de plus, que lorsqu'une personne a une faible prédisposition pour acquérir des connaissances, il ou elle est aussi moins enclin à être confiante. Ceci créerait une limite à la performance académique (*ibid*). Dans la même veine, dans une recension des écrits portant sur l'anxiété dans l'apprentissage, Rogerson et Scott (2010) affirment qu'une perte de confiance dans n'importe quelle matière inhibe l'habileté de questionner, ce qui mène à plus de confusion et une perte encore plus grande de confiance. Il s'agit donc d'un cercle vicieux : un manque de confiance pose une barrière continue à l'acquisition de connaissances (*ibid*). Enfin, l'OCDE (2004) déclare que les apprenants qui

connaissent du succès sont aussi ceux qui sont confiants dans leurs habiletés. Ces apprenants ont tendance à croire que leur investissement dans l'acquisition de connaissances peut faire la différence lorsqu'ils ont des tâches complexes à surmonter (*ibid*). Il est donc évident, à la lumière des écrits, que la confiance et l'acquisition de connaissances se renforcent mutuellement. Les prochaines sections décriront les outils qui serviront de support pédagogique pour l'acquisition de connaissances lors de la recherche.

1.4 Le manuel scolaire conventionnel

Pendant une SAÉ dans un cours de science et technologie, l'élève est souvent appelé à se servir de matériel didactique pour atteindre les objectifs visés. Selon Legendre (1993), le matériel didactique peut être défini comme « l'ensemble des supports pédagogiques (manuels, appareils, objets, documents, cartes, didacticiels, matériel audiovisuel et de laboratoire, etc.) destiné à faciliter, d'une part l'enseignement de l'agent, et, d'autre part, l'apprentissage du sujet » (p.815). Il souligne l'importance du manuel scolaire, et le définit comme étant « un support didactique [...] conçu spécifiquement dans le but de travailler avec les élèves, destiné à être toujours « en main » comme le nom l'indique, et contient, sur une matière donnée, l'essentiel de ce qu'il faut savoir, présenté de façon aussi accessible que possible (*ibid*). Plus succinctement, l'Office québécois de la langue française (2004) définit manuel scolaire comme étant un « ouvrage didactique qui renferme les notions essentielles d'une matière. » Afin d'enlever toute possible ambiguïté, l'adjectif « conventionnel » y sera ajouté pour bien le distinguer du manuel scolaire électronique. Lemken (1999) a documenté les caractéristiques d'un manuel scolaire conventionnel imprimé sur papier. Ces caractéristiques, qui seront adoptées pour la présente recherche sont présentées au tableau 1.

Tableau 1
Caractéristiques des supports pédagogiques imprimés

Aspects	Items	Caractéristiques
Technique	Qualité physique	Poids, mobile, tangible
	Média d'interaction	Main, doigts, stylo
	Lieu de lecture	Libre, doit être éclairé
	Durée de vie	Siècles
Présentation	Unité de présentation	Page
	Disposition	Statique
	Personnalisation	Impossible
	Présentation parallèle	Plusieurs
	Structure	Séquentiel
	Média intégré	Texte, photos, diagrammes
	Navigation	En avant, en arrière
Interaction	Édition	Écrire des notes ou surlignage
	Recherche	« Bon mémoire »
	Engagement actif	Impossible

Lemken (1999)

1.5 La tablette numérique

Ayant discuté du manuel scolaire conventionnel, il importe de passer à son homologue numérique. Cependant, il faut d'abord se pencher sur l'appareil permettant la lecture du manuel scolaire électronique : la tablette numérique. Selon l'Office québécois de la langue française (2001), la tablette numérique, parfois appelée cartable électronique, présuppose un « ordinateur portatif multimédia de la taille d'une ardoise, dans lequel sont stockés des ouvrages pédagogiques, manuels, notes de cours ou dictionnaires, que l'élève transporte avec lui, qu'il consulte à l'aide d'un écran tactile ou d'un stylet et dont il peut enrichir le contenu en se connectant au serveur de l'école qu'il fréquente ». La tablette numérique rend possible le phénomène récent intitulé l'apprentissage mobile. Selon Franklin (2011), l'apprentissage mobile peut se produire n'importe où, n'importe quand : un cours ne se limite pas au lieu et au temps qui lui sont prescrits. Ce sous-concept mérite discussion, car il se peut que cet aspect ait un impact majeur sur les résultats de la recherche : la tablette électronique permet l'extension des activités d'apprentissage au-delà du temps réglementaire d'un cours et donne ainsi plus d'opportunités à l'élève de développer ses compétences.

Pour cette recherche, la tablette numérique utilisée sera l'iPad de la compagnie Apple. Cette tablette numérique permet la connexion à l'internet ainsi que l'utilisation de mini-logiciels,

surnommés *apps*, qui permettent à l'utilisateur d'interagir avec l'appareil. Plusieurs recherches, dont Foote (2012), Manuguerra et Petocz (2011) et Crichton, Stuewe, Pegler et White (2011) ont été publiées récemment portant sur l'utilité de l'iPad en éducation. En particulier, ils dénotent les avantages de sa taille, de son poids, de son interface, de sa facilité de dépannage et du grand nombre de livres électroniques et applications gratuites ou peu dispendieuses disponibles pour personnaliser l'appareil. Il s'agit donc d'un outil approprié pour fournir des manuels scolaires électroniques. La définition de celui-ci sera présentée dans la prochaine section.

1.6 Le manuel scolaire électronique

La tablette numérique permet accès à l'autre ressource pédagogique assujettie à cette recherche: le manuel scolaire électronique. Le manuel scolaire électronique est un manuel scolaire sur écran qui donne accès à une multitude de ressources et de fonctions supplémentaires, tel qu'un dictionnaire intégré (Chesser, 2011). L'accès à l'internet et aux moteurs de recherche est permis à l'intérieur de ce type de manuel. Le manuel électronique qui sera utilisé dans cette étude sera rédigé spécifiquement pour cette recherche au lieu d'en utiliser un qui existe déjà. Ceci permettra d'assurer la comparabilité entre le manuel électronique et le manuel conventionnel, et de réduire le coût de la recherche. Lemken (1999) fait le sommaire des caractéristiques des supports pédagogiques avec écran, présenté au tableau 2.

Tableau 2

Caractéristiques des supports pédagogiques avec écran

Aspects	Items	Caractéristiques
Technique	Qualité physique	Virtuel
	Média d'interaction	Clavier et souris, ou écran tactile
	Lieu de lecture	Libre, ne doit pas être trop éclairé
	Durée de vie	Décennies (maximum)
Présentation	Unité de présentation	Fenêtre
	Disposition	Dynamique
	Personnalisation	Possible
	Présentation parallèle	Un à la fois
	Structure	Fluide
	Média intégré	Texte, photos, diagrammes, vidéo, audio, apps
	Navigation	Dépend du logiciel, possibles hyperliens
Interaction	Édition	Écrire des notes ou surlignage, partage
	Recherche	Dépend du logiciel
	Engagement actif	Fonctions interactives permises

Lemken (1999)

Les caractéristiques des manuels scolaires électroniques maintenant énumérés, il importe de discuter de l'aspect qui aide à rendre ces manuels plus aptes pour engager activement l'élève : les fonctions interactives.

1.7 Les fonctions interactives

Tel que mentionné, un des aspects les plus intéressants des manuels électroniques se situe dans la possibilité d'interaction entre l'élève et le manuel. Itzkovitch (2012) explique l'interactivité comme étant la capacité de s'engager avec un appareil numérique, et comprennent les moyens de déplacement des doigts sur l'écran, la manière de sélectionner une application et la façon de naviguer sur l'écran. Il soutient que les manuels électroniques interactifs offrent une interaction non seulement avec les menus, mais aussi avec le contenu du manuel et permet donc une expérience unique et personnelle à chaque utilisation. Robb (2010) vante les mérites de la facette interactive des manuels électroniques pour améliorer la compréhension de la lecture des élèves aux niveaux préscolaire et primaire. De telles études centrées sur les élèves du secondaire s'avèrent plus rares.

L'interactivité entre l'élève et un appareil numérique, permise par les TIC en général et l'iPad en particulier, constitue un avantage intéressant des manuels scolaires électroniques sur les manuels scolaires traditionnels. Apple (2012) énumère les fonctions qui sont présentement disponibles lors de la rédaction de manuels scolaires électroniques en utilisant son logiciel *iBook Author*. Ces fonctions sont présentées au tableau 3.

De plus, des vendeurs et des développeurs de logiciels indépendants, dont Bookry (2013), commencent à percer le marché en offrant des fonctions interactives supplémentaires compatibles avec les produits d'Apple. Notamment, l'écriture à main levée directement dans le livre, ainsi que l'intégration de vidéos de l'internet afin d'alléger la taille du manuel sont permises grâce à eux. L'intégration de ces fonctions dans le manuel scolaire électronique rendra l'expérience de lecture beaucoup plus riche et approfondie qu'un simple manuel électronique. D'ailleurs, Tenopir, Baker et Grogg (2008) affirment que, selon leur étude, les maisons d'édition

et les bibliothèques ne peuvent plus se permettre de simplement produire des manuels électroniques avec de l'information autoritaire et de la connectivité aux réseaux sociaux. Selon eux, il est impératif qu'ils s'investissent aussi dans des interfaces et du contenu encore plus riches et variés, comme les fonctions interactives mentionnés, afin de maintenir leur pertinence dans un marché qui évolue très rapidement (*ibid*). Il est donc essentiel, pour cette recherche, d'enrichir le manuel scolaire électronique avec des fonctions qui sont à la fine pointe de la technologie existante.

Tableau 3

Fonctions interactives disponibles dans le logiciel *iBooks Author*

Fonctions interactives	Définitions
Présentations <i>Keynote</i>	Animations permises grâce à l'insertion de fichiers de présentation fabriqués dans le logiciel <i>Keynote</i> directement dans le manuel électronique.
Images interactives	Images avec effets panoramiques, avec zoom et légendes.
Galleries interactives	Série d'images interactives groupées dans un seul endroit du manuel où l'utilisateur peut feuilleter entre eux.
Barres de défilement latérales	Sections latérales où l'utilisateur peut consulter des encadrés ou des autres informations sans quitter la page principale.
Pop-over	Médaille qui apparaît par-dessus certains mots pour mettre en relief leurs définitions provenant d'un glossaire.
Contenu multimédia	Fichiers vidéo et audio insérés directement dans la page du manuel électronique pour illustrer les mots du texte.
Récapitulation	Questions divers (à choix multiples, à choix d'image, d'association, etc) qui permettent à l'utilisateur de mettre ses connaissances à l'épreuve.
Images 3D	Images que l'utilisateur peut manipuler en les touchant. Ils peuvent pivoter librement ou selon un angle de rotation horizontal ou vertical.
Modules HTML	Modules créés par l'auteur dans un autre logiciel permettant des fonctions interactives supplémentaires.

Apple (2012)

Les concepts-clés de la recherche étant explicités, il importe de discuter des théories qui serviront pour analyser l'efficacité des manuels scolaires.

2. ANALYSE DES MANUELS SCOLAIRES

Il est important de prendre en considération les méthodes et critères d'analyse de manuels scolaires afin de se donner les outils pour être capable de répondre à la question générale de la recherche. En particulier, il importe de connaître les meilleures pratiques dans la sélection et

l'élaboration de manuels scolaires pour donner à l'élève le meilleur outil possible pour lui permettre une acquisition optimale de connaissances. Les théories d'analyse pour les deux types de manuels seront présentées, suivies d'une méthode de comparaison entre les deux types de manuels.

2.1 L'analyse des manuels scolaires conventionnels

Les manuels scolaires conventionnels existent depuis belle lurette, et ont agi comme ressource pédagogique principale dans les cours du secondaire depuis des décennies. Néanmoins, des méthodes récentes d'analyse de ces manuels sont documentées.

Dans une recension des écrits, Lebrun et Niclot (2009) notent ce qui suit à propos des manuels scolaires conventionnels :

Les études montrent que les dimensions curriculaire, pédagogique, didactique et évaluative des manuels contribuent en grande partie à définir les savoirs à enseigner, les stratégies pédagogiques et didactiques employées, la progression des élèves, le cheminement qu'ils doivent parcourir pour acquérir les savoirs, le degré de participation dans les activités et le mode de reconnaissances de leurs acquis (Lebrun et Niclot, 2009, p.8).

Ils soulignent aussi quatre aspects d'analyse de manuels scolaires conventionnels : l'influence du contexte idéologique, politique, culturel et économique; l'actualisation des contenus prescrits en enseignement réel; sa position entre l'enseignement et l'apprentissage; et, sa fonction de jonction entre le savoir savant et le savoir scolaire (Lebrun et Niclot, 2009). En outre, Hasni, Moresoli, Samson et Owen (2009) ont procédé à des entrevues avec 20 enseignants en science et technologie du primaire en groupe et individuellement. Leurs répondants soulignent deux critères essentiels lors de l'analyse d'un manuel scolaire. Premièrement, le manuel doit contenir une bonne idée des savoirs disciplinaires (contenus) à aborder avec leurs élèves (*ibid*). Ensuite, le manuel doit soutenir la préparation et la mise en œuvre de l'enseignement, sans pour autant imposer un encadrement trop strict (*ibid*). En somme, le manuel scolaire conventionnel occupe toujours une place et une fonction essentielle dans l'enseignement et dans l'apprentissage. L'élève et l'enseignant s'en servent souvent comme premier support pédagogique dans l'élaboration et le déroulement d'activités d'apprentissage.

2.2 L'analyse des manuels scolaires électroniques

Ensuite, il appert de discuter des méthodes d'analyse de manuels scolaires électroniques. Il existe plusieurs méthodes d'analyse de manuels scolaires tant pour les manuels conventionnels qu'électroniques. Karamoozian et Rizati (2008), dans une recension des écrits, en énumèrent trois : la méthode impressionniste, la méthode en profondeur et la méthode par liste de contrôle. La méthode impressionniste consiste à obtenir une impression générale d'un manuel, à lire le texte de présentation et de contenu de l'auteur, et enfin de parcourir rapidement le manuel afin d'en découvrir les faits saillants (*ibid*). La méthode en profondeur implique la considération la qualité de langage employée, les suppositions qui encadrent l'apprentissage, les valeurs sur lesquelles reposent le contenu et, enfin, si le manuel semble être à la hauteur des affirmations de l'auteur (*ibid*). Toutefois, Karamoozian et Rizati (2008) recommandent la méthode par liste de contrôle, car celle-ci assure que tous les éléments d'importance sont pris en considération. Par ailleurs, elle permet de noter une grande quantité d'information en peu de temps, son format est propice pour comparer les résultats de divers manuels et, si elle est bien catégorisée, elle peut être bien comprise par tous les intervenants (*ibid*). Tomlinson (2012), un expert en analyse de manuels scolaires, recommande l'usage de la liste de contrôle, mentionnant en outre que celle-ci permet une analyse systématique d'un manuel électronique.

Il faut donc déterminer les critères qui serviront à remplir la liste de contrôle. Les manuels scolaires électroniques peuvent être analysés de plusieurs angles. Gurung et Landrum (2012) ont trouvé qu'il existe une relation entre le degré d'appréciation du manuel de cours et l'apprentissage, et que les aspects visuels d'un manuel affectent l'appréciation du manuel plus que les aspects écrits. Ils notent que la qualité visuelle, la fonctionnalité et l'adaptabilité du manuel scolaire affectent les apprentissages de l'élève (*ibid*). Franklin (2011) énumère des critères essentiels pour les manuels électroniques interactifs efficaces: ils doivent promouvoir une expérience individualisée, permettre à l'élève de faire des erreurs, consentir l'accès en tout temps, se servir des ressources de l'internet pour faire des recherches, incorporer la collaboration et le partage de documents et vidéos entre élèves, et donner la possibilité de suivre ou refaire un cours en dehors des heures du cours. Chesser (2011) explique que les objets manipulables en trois dimensions et d'autres fonctions permettant à l'élève d'interagir activement avec le manuel,

comme étant un aspect fondamental qui dissocie le manuel scolaire électronique de son homologue conventionnel pour l'apprentissage.

Plus encore, Marczak (2013) énumère une liste exhaustive de critères de manuels scolaires électroniques efficaces. Il propose trois catégories d'évaluation : la disposition et la conception (« layout and design »), le contenu et les fonctions (« content and functionalities ») et le dispositif, le format et la distribution (« device, format and distribution ») (*ibid*). La première catégorie se réfère aux aspects esthétiques du manuel, comme la page couverture, la table des matières, les polices et tailles de caractères, entre autres. La deuxième catégorie a trait à la fonctionnalité du manuel, comme les ressources multimédias et les hyperliens, ainsi que le contenu du manuel, comme sa rigueur scientifique. La troisième catégorie se réfère aux types de tablette numérique utilisés et le logiciel de délivrance du manuel employé. Cette liste de contrôle a été adoptée pour servir d'outil de validation pour le manuel scolaire électronique de cette recherche. Elle a été choisie à cause de sa rigueur, et aussi, car les critères peuvent être convenablement répondus sur une échelle de type Likert. Une échelle de type Likert à quatre échelons a été privilégiée afin de rendre les commentaires des personnes-ressources plus comparables. Seules les deux premières catégories ont été retenues, car seuls l'iPad et le logiciel iBooks serviront d'interface pour le manuel scolaire électronique interactif pour cette recherche. Le questionnaire adapté des travaux de Marczak (2013) se trouve en annexe A.

2.3 La comparaison des manuels scolaires

Lorsque le manuel scolaire électronique est validé, il est opportun de le comparer au manuel scolaire conventionnel. Vu la pénurie d'écrits sur la comparaison entre les manuels scolaires conventionnels et électroniques, des références comparant l'apprentissage par manuel conventionnel et l'apprentissage en ligne ont été considérés. Ce choix est fait afin de baser l'étude sur des fondations solides dans un domaine similaire. Chumley-Jones, Dobbie et Alford (2002), dans une recension des écrits, énumèrent quatre types d'études de comparaison: ceux qui évaluent l'acquisition de connaissances, ceux qui évaluent les attitudes des apprenants, ceux qui évaluent l'efficacité de l'apprentissage, et ceux qui évaluent le coût d'implantation et d'exploitation. Étant donné les exigences d'enseignement prôné par le PFÉQ dans le contexte de

la SAÉ, la comparaison de l'efficacité des manuels scolaires passe convenablement par le niveau d'acquisition de connaissances des élèves pendant le déroulement de la SAÉ, ainsi que le degré de satisfaction de ceux-ci par rapport à l'utilisation de chaque type de manuel à la fin des activités. Parmi les études qui évaluent l'acquisition de connaissances, l'un des types les plus populaires et efficaces s'avère celui qui inclut un prétest et un post-test (*ibid*). D'ailleurs, une thèse de Rinehart (2012), comparant l'usage de téléphones cellulaires à des cartes en papier pour l'acquisition de connaissances, a fait usage de cette méthode. Il s'est aussi servi de la méthode de commutation répétition (« switching replication ») avec test t afin de déterminer la signifiante de ses résultats (*ibid*). Dimitrov et Rumhill (2003) décrivent l'avantage de cette méthode : les conditions de l'étude sont les mêmes pour tous les participants. Ils mentionnent aussi l'importance de randomiser les participants à l'intérieur de chaque sous-groupe, et recommandent de limiter les possibilités que des facteurs extérieurs affectent les résultats (*ibid*). Les points mentionnés ci-dessus ont été pris en compte dans l'élaboration de la procédure de la recherche. Les critères utilisés pour l'évaluation des manuels seront décrits dans le chapitre portant sur les indications méthodologiques, et le questionnaire de comparaison, inspiré du travail de Lee (2007), se trouve à l'annexe F.

3. QUESTION SPÉCIFIQUE ET OBJECTIFS

La définition des concepts-clés et les méthodes d'analyse de manuels scolaires mènent à la question spécifique de recherche : l'utilisation de manuels électroniques avec fonctions interactives suscite-t-elle un meilleur taux d'acquisition de connaissances à la suite d'une situation d'apprentissage-évaluation en science et technologie au deuxième cycle du secondaire comparativement aux manuels scolaires conventionnels?

L'objectif général de la recherche sera de comparer les résultats de l'apprentissage de concepts en science et technologie avec l'aide d'un manuel électronique à ceux obtenus avec un manuel conventionnel.

La recherche comportera trois objectifs spécifiques :

1. La production et la validation de deux chapitres d'un manuel scolaire électronique interactif pour le cours d'applications scientifiques et technologiques de 4e secondaire;
2. L'expérimentation du manuel sur le terrain avec deux groupes d'élèves afin de comparer l'acquisition de connaissances et de confiance avec un manuel scolaire différent lors d'activités d'apprentissages identiques;
3. La mesure du degré de satisfaction des élèves par rapport aux deux types de manuels.

Maintenant que les concepts-clés de la recherche ont été définis et que la question de la recherche ainsi que les objectifs spécifiques de la recherche ont été spécifiés, le temps est venu de présenter la méthodologie de la recherche.

CHAPITRE III - INDICATIONS MÉTHODOLOGIQUES

Le troisième chapitre présente le devis méthodologique de la recherche. Il est composé de cinq parties. D'abord, nous indiquerons le type d'essai qui découle des deux premiers objectifs de la recherche. Ensuite, les étapes de la méthodologie seront proposées. L'échantillon et le terrain de recherche suivront. La méthode de collecte et d'analyse des données sera ensuite présentée. Enfin, la liste des mesures éthiques sera présentée.

1. TYPES D'ESSAI

Afin d'atteindre nos objectifs spécifiques, cette recherche poursuivra deux des types de devis méthodologiques proposés par Paillé (2007). D'abord, la recherche portera sur une production de matériel pédagogique. Ce matériel pédagogique prendra la forme d'un manuel scolaire électronique interactif comportant deux chapitres qui serviront à supporter la situation d'apprentissage et évaluation, tel que définis dans le cadre de référence de la recherche. Ce type d'essai est choisi, car il correspond le plus à la question spécifique de la recherche. À ce propos, Paillé (2007) suggère que le matériel pédagogique sert de « support essentiel à toute activité d'apprentissage » et qu'il y a « assurément une manière scientifique de produire du matériel pédagogique » (p. 142). Ces propos coïncident avec la question spécifique de la recherche, car les manuels scolaires électroniques serviront d'outils de support aux SAÉ.

Par la suite, le manuel sera l'objet d'une recherche-expérimentation. Paillé (2007) explique que la recherche-expérimentation « consiste en une mise à l'essai systématique et réflexive d'une stratégie, d'une méthode ou d'un produit » (p.139). L'expérimentation avec un manuel scolaire électronique interactif remplit cette condition. De plus, l'objectif opérationnel de comparer les données obtenues par les élèves en utilisant les deux types de manuels présuppose une démarche et une analyse scientifiques, rendant encore plus pertinente la sélection de ce type d'essai.

2. MÉTHODOLOGIE

Paillé (2007) propose une méthodologie de sept étapes pour l'essai portant sur la production de matériel pédagogique et une méthodologie de huit étapes pour une recherche-expérimentation. Vu la nature hybride de la recherche présente, la méthodologie proposée s'inspirera de ces étapes tout en portant quelques légères modifications qui sont jugées appropriées. Les étapes de la méthodologie sont les suivantes :

1. Justification du choix de matériel pédagogique
2. Explication du cadre conceptuel du matériel pédagogique
3. Justification du format que prendra le matériel pédagogique
4. Rédaction du matériel pédagogique
5. Validation et vérification de la correspondance avec le cadre conceptuel
6. Élaboration de la situation d'apprentissage et évaluation (SAÉ)
7. Expérimentation et collecte de données de la recherche
8. Analyse des données de la recherche-expérimentation
9. Mise en forme de la description des résultats
10. Réflexion et critique de l'expérimentation et recommandations

Les étapes 1, 2 et 3 ont déjà fait objet de discussion dans cette recherche. La justification du choix d'un manuel électronique comme support pédagogique a été réalisée dans la problématique du premier chapitre. Le cadre conceptuel de la recherche a été défini dans le deuxième chapitre. Le format choisi sera en fonction des meilleures pratiques et fonctions interactives pour l'apprentissage, tel que défini aussi dans le cadre conceptuel de recherche.

À l'étape 4, en utilisant le format défini, un manuel scolaire électronique interactif comportant deux chapitres pour deux thèmes scientifiques différents sera rédigé en se basant sur les informations et connaissances présentées dans le manuel scolaire conventionnel. Ce choix est fait afin de maintenir une concordance entre les deux manuels pour assurer que seuls le format et les fonctions, et non l'information présentée, diffèrent d'un manuel à l'autre.

Cette démarche sera scrutée à l'étape 5, où une validation et une vérification des manuels seront effectuées pour assurer leur conformité aux définitions du cadre conceptuel, tel que proposé par Paillé (2007). La validation sera basée sur des critères de sélection et d'évaluation de manuels électroniques proposés par Marczak (2013). Trois catégories d'évaluation sont proposées : disposition et conception (« layout and design »), contenu et fonctions (« content and functionalities ») et dispositif, format et distribution (« device, format and distribution »). Ces trois catégories ont été décrites dans le cadre de référence. Un questionnaire de validation a été élaboré à partir des deux premières catégories. La troisième catégorie se réfère à la tablette numérique employée, et, vu que les élèves de l'échantillon n'ont accès qu'à l'iPad et aux logiciels d'Apple, elle ne peut être évaluée dans cette recherche. Le questionnaire de validation est présenté à l'annexe A. Les deux catégories d'évaluation comportent chacun huit critères qui sont évalués selon une échelle de type Likert à quatre modalités de réponse. De plus, des espaces pour ajouter des commentaires supplémentaires sont fournis. Le manuel scolaire électronique interactif sera soumis pour validation à trois enseignants au fait avec les contenus du cours, et à deux experts en pédagogie et TIC. Leurs commentaires seront recueillis, disséminés, analysés et utilisés pour bonifier le manuel avant l'expérimentation.

Ensuite, à l'étape 6, la SAÉ portant sur deux thèmes du cours applications scientifiques et technologiques, sera élaborée pour lesquelles le manuel électronique aussi bien que le manuel traditionnel pourront servir d'outil de support. Les deux thèmes choisis, l'électromagnétisme et les composantes électroniques ne seront pas enseignés au préalable, assurant que le contenu à évaluer sera nouveau pour les élèves. Les seules connaissances des élèves dans ces deux domaines devraient donc en principe se limiter à des informations générales ou à des intérêts spécifiques d'un nombre restreint d'élèves. Il y a cinq connaissances ciblées pour chaque thème scientifique, et ils seront utilisées pour aider l'élève à développer la compétence disciplinaire 2 des programmes de science et technologie au secondaire, qui s'intitule « Mettre à profit ses connaissances technologiques et scientifiques » (Gouvernement du Québec, 2007b). Comme mentionné dans le cadre conceptuel, le contexte de la SAÉ est celui d'un collectionneur de peintures qui veut se doter d'un système d'alarme afin de les sécuriser.

L'étape 7 comprend le processus d'expérimentation. Dans cette recherche, une SAÉ, où l'acquisition de connaissances au profit du développement de compétences, sera mise en œuvre. Le contexte est celui d'un collectionneur de peintures qui veut se doter d'un système d'alarme afin de les sécuriser. La SAÉ comporte deux séries d'activités d'apprentissage qui couvrent deux thèmes scientifiques et technologiques distincts : l'électromagnétisme et les composantes électroniques. Reliant deux thèmes distincts par ce contexte permettent d'enrichir la valeur des activités d'apprentissage pour en faire une tâche complexe. La tâche complexe est structurée afin de permettre à l'élève de résoudre une série de questions variées tout en acquérant des connaissances et en développant ses compétences au fur et à mesure de l'avancement dans les activités.

Les concepts scientifiques mentionnés précédemment proviennent du contenu à enseigner et à évaluer du cours d'applications scientifiques et technologiques (ATS) de l'année deux du deuxième cycle du secondaire (secondaire 4). Le programme d'ATS « mise sur la participation active des élèves, qui sont appelés à faire preuve d'initiative, de créativité et d'autonomie, mais aussi d'esprit critique et de rigueur. Les compétences et les connaissances se construisent dans le cadre de situations d'apprentissage et d'évaluation axées sur la conception, l'analyse, l'entretien ou la réparation d'applications » (Gouvernement du Québec, 2007b, p.9). Le cours d'ATS comporte plusieurs thèmes, qui, comme mentionnés précédemment, sont reliés par l'entremise de la SAÉ pour permettre à l'élève de construire ses connaissances et de développer ses compétences.

Dans la SAÉ de la recherche, chaque thème comportera cinq connaissances spécifiques à évaluer. Ils proviennent de la progression des apprentissages préparée par le Ministère de l'éducation, du loisir et du sport pour le cours d'ATS (Gouvernement du Québec, 2013). Le résumé des critères d'évaluation de la SAÉ est présenté au tableau 4. Enfin, pour la SAÉ de la recherche, les connaissances acquises serviront comme pierre d'assise pour le développement de la compétence disciplinaire 2 des programmes de science et technologie au secondaire, qui s'intitule « Mettre à profit ses connaissances technologiques et scientifiques » (Gouvernement du Québec, 2007b) sera développée et évaluée en plaçant l'élève dans une situation d'apprentissage-évaluation avec comme outil de support un manuel scolaire conventionnel ou électronique.

Tableau 4
Connaissances évaluées dans la SAÉ

Thème 1 : Électromagnétisme	<ul style="list-style-type: none"> - Décrire le champ magnétique produit autour d'un fil parcouru par un courant électrique (règle de la main droite) - Nommer des moyens qui permettent de modifier l'intensité du champ magnétique produit autour d'un fil parcouru par un courant électrique (nature du fil, intensité du courant) - Comparer le comportement d'une boussole dans le champ magnétique d'un aimant et dans celui créé par un fil parcouru par un courant électrique - Décrire le champ magnétique produit par un solénoïde (règle de la main droite) - Nommer des moyens qui permettent de modifier l'intensité du champ magnétique produit par un solénoïde (nature du noyau, intensité du courant, nombre de spires)
Thème 2 : Composantes électroniques	<ul style="list-style-type: none"> - Expliquer qualitativement la loi de la conservation de l'énergie - Appliquer la loi de la conservation de l'énergie dans divers contextes - Associer la fonction de transformation de l'énergie à divers composants d'un circuit (ex. : une ampoule transforme l'énergie électrique en lumière et en chaleur) - Décrire les transformations d'énergie qui surviennent lors du fonctionnement d'appareils électriques ou électroniques (ex. : dans un téléphone portable, l'électricité est transformée en lumière pour l'affichage et en vibration pour le son) - Décrire la fonction de quelques composants électroniques (condensateur, diode, transistor, relais)

Gouvernement du Québec (2013)

L'expérimentation débutera avec un prétest qui aura pour but de déterminer les connaissances de base et le degré de confiance des élèves vis-à-vis de ces connaissances. Ce sera aussi l'opportunité de familiariser les élèves avec les équipements scientifiques utilisés pendant l'expérimentation afin qu'ils puissent se concentrer sur leurs connaissances lors de celle-ci. Ce prétest aura lieu environ une semaine avant la partie principale de l'expérimentation, et le test lui-même est présenté à l'annexe B. D'une durée de 4 périodes de 60 minutes, l'expérimentation est échelonnée sur 4 jours consécutifs. L'expérimentation consistera en une alternance de lectures et d'activités se référant à ces lectures. Une lecture de 30 minutes est suivie d'activités d'apprentissage collaboratif suivant l'approche socioconstructiviste. Un groupe fera la lecture du manuel électronique validé, et un deuxième fera la même lecture avec le manuel conventionnel. L'ouvrage *Observatory on the Environment* (Cyr, Forget et Verreault, 2008) est le livre approuvé par le MELS pour le cours de ATS, et sera le manuel scolaire conventionnel qui sera utilisé pour la lecture. Ces activités d'apprentissages, qui se réfèrent aux lectures, durent 55 minutes et sont suivies par une révision de 10 minutes. Pendant ce temps, les élèves compléteront le guide de l'élève qui est disponible à l'annexe C. À la fin de la deuxième et de la quatrième journée d'activités, des post-tests auront lieu pour recueillir des données sur

l'accroissement de connaissances spécifiques acquises, ainsi que le degré de confiance de l'élève face à ces connaissances. Ces post-tests sont présentés aux annexes D et E. À la toute fin des activités, les élèves rempliront un questionnaire d'appréciation. Le questionnaire compare les deux manuels afin de déterminer la satisfaction de l'élève vis-à-vis chacun. Les critères d'évaluation des manuels sont tirés du travail de Lee (2007). Lee (2007) propose neuf catégories de questions pour l'évaluation des manuels : satisfaction avec le contenu, satisfaction avec la procédure d'apprentissage, satisfaction avec l'apprentissage cognitif, satisfaction avec l'apprentissage affectif, satisfaction avec le mode de délivrance, l'efficacité de l'apprentissage, l'efficacité de la technologie, la confiance et l'endurance. Ces critères ont été résumés et adaptés dans six catégories afin de connaître la préférence de manuel de l'élève par rapport à chaque critère. L'adaptation a aussi été faite pour rendre le questionnaire plus bref, plus facile à répondre, car le travail de Lee (2007) était spécifique à des manuels électroniques sur ordinateur et non sur tablette numérique. Le questionnaire final adapté est disponible à l'annexe F. Le tableau 5 résume les activités de la recherche-expérimentation.

Les étapes 8 et 9 consistent en l'analyse et la mise en forme des données recueillies tout au cours de l'expérimentation. La démarche suivie sera étoffée davantage dans la section 4 de ce troisième chapitre.

Enfin, à l'étape 10 et en suivant encore le modèle de Paillé (2007), il y aura une critique des résultats qui servira d'expliquer le processus de construction du matériel, les obstacles surmontés ainsi que les modifications qui auraient été apportées si la recherche était à refaire. De plus, une réflexion sur les résultats permettra de formuler certaines conclusions quant aux retombées de la recherche.

La démarche présentée a été choisie, car elle constitue une suite logique et progressive des idées et activités. Plusieurs étapes renvoient au même cadre de référence, ce qui assure une cohérence explicite dans la suite des activités. Enfin, la dixième étape assure que toute recherche ultérieure peut jouir d'une longueur d'avance en évitant de subir les mêmes séquelles. Fortin et Gagnon (2010) suggèrent d'ailleurs de fournir des notes réflexives afin d'assurer la

transférabilité des conclusions de la recherche et ainsi contribuer à la rigueur scientifique de la recherche.

Tableau 5
Activités d'apprentissage lors de l'expérimentation

Journée	Activité	Durée	Référence
Une semaine avant l'expérimentation	Présentation de la recherche	10 minutes	n/a
	Pré-évaluation	20 minutes	Annexe B
	Familiarisation avec les outils et équipements scientifiques de la SAE	30 minutes	n/a
Journée 1	Présentation de la mise en contexte	5 minutes	Annexe C, page 1
	Lecture sur l'électromagnétisme	30 minutes	Observatoire, pages 163 à 170 ou Manuel électronique, chapitre 1
	Activités d'apprentissage 1	25 minutes	Annexe C, pages 2 à 4
Journée 2	Activités d'apprentissage 2	30 minutes	Annexe C, pages 4 à 6
	Relecture et révision	10 minutes	n/a
	Post-évaluation 1	20 minutes	Annexe D
Journée 3	Lecture sur les composantes électroniques	30 minutes	Observatoire, pages 471 à 479 ou Manuel électronique, chapitre 2
	Activités d'apprentissage 3	30 minutes	Annexe C, pages 7 et 8
Journée 4	Activités d'apprentissage 4	25 minutes	Annexe C, pages 9 et 10
	Relecture et révision	10 minutes	n/a
	Post-évaluation 2	20 minutes	Annexe E
	Questionnaire d'appréciation	5 minutes	Annexe F

3. L'ÉCHANTILLON

L'étude sera basée sur un échantillon de 47 élèves subdivisés en une section de 25 élèves et une autre de 22. Tous les élèves sont des garçons. Le recueil des données sera accompli pendant le cours d'applications scientifiques et technologiques de l'an deux du deuxième cycle du secondaire (4^e secondaire). L'école où les données seront recueillies est le *Loyola High School*, une école secondaire anglophone privée située à Montréal. La population étudiante de l'école est d'environ 740 élèves pour les cinq niveaux. La population de quatrième secondaire est d'environ 140 élèves. Les élèves proviennent d'un milieu socioéconomique privilégié pour la plupart, mais il est à noter que 15% d'entre eux reçoivent une bourse partielle ou totale de la part de la fondation de l'école. Il y a une grande diversité d'habiletés académiques dans chaque

section, avec quelques élèves doués et d'autres qui éprouvent de légères difficultés d'apprentissage. Cela dit, les deux groupes sont assez homogènes l'un comparé à l'autre. L'échantillon est donc un de convenance, mais qui est quand même représentatif de la population de 4^e secondaire de l'école. Ceci est un critère fondamental énoncé par Fortin et Gagnon pour une telle étude (2010). Cependant, étant donné la langue parlée et la situation socioéconomique des élèves, l'échantillon n'est pas représentatif au niveau québécois. Les deux sections sont enseignées par le même enseignant, ce qui assure l'uniformité dans le déroulement de la SAÉ. Enfin, tous les élèves sont familiers et raisonnablement habiles avec les TIC, particulièrement l'iPad qu'ils utilisent de manière plus ou moins constante dans tous leurs cours depuis l'instauration d'un programme informatique plus de deux ans avant la recherche.

4. MÉTHODOLOGIE DE COLLECTE ET D'ANALYSE DE DONNÉES

La méthodologie proposée pour l'expérimentation sur le terrain implique la collecte de trois ensembles de données quantitatives. Les trois ensembles sont les résultats d'évaluations écrites, des données sur le degré de confiance de l'élève quant à ses connaissances et un questionnaire d'appréciation de fin de parcours rempli par les élèves. La méthode de recueil de données est basée sur le travail de Wilson et Landoni (2001), qui préconise l'utilisation de tests de mémoire avec questions à choix multiples, ainsi que des questionnaires de satisfaction, entre autres, afin d'évaluer l'efficacité d'un manuel électronique.

D'abord, des données seront recueillies par l'entremise d'un prétest et de deux post-tests. Ces tests écrits seront d'une nature objective avec des questions à choix multiples se référant à des connaissances présentées à l'élève lors des deux journées précédentes. Le but de ces tests sera de mesurer d'abord les connaissances antérieures des élèves (prétest) une semaine avant le début de la SAÉ et ensuite l'acquisition des connaissances (post-test) au cours de la SAÉ. Le taux d'acquisition des connaissances pourra alors être calculé pour chaque élève. Chaque thème de la SAÉ durera deux heures, et les deux sections suivront le thème en même temps. Dans chaque section, la moitié des élèves, au hasard, complètera les activités du premier thème scientifique (électromagnétisme) avec le manuel électronique, et l'autre moitié avec le manuel

conventionnel. Pour le deuxième thème scientifique (composantes électroniques), les deux groupes d'élèves s'échangeront l'un type de manuel pour l'autre.

Ensuite, pour chaque question du prétest et des post-tests, l'élève doit statuer sur son degré de confiance quant à sa réponse sur une échelle de type Likert à six échelons. Les données recueillies permettront d'évaluer le niveau de confiance des élèves dans leur recollection de connaissances, ainsi que le taux d'augmentation de confiance que l'élève a gagné au cours des lectures et activités d'apprentissage. Bruttomesso *et al* (2003) suggèrent cette méthode afin de qualifier le niveau de maîtrise de connaissances d'un élève avant et après une intervention éducative. De plus, Lundeborg, Fox et Puncochar (1994) rapportent que les élèves ont tendance à avoir un excès de confiance lorsqu'ils répondent incorrectement à une question, et que le contexte influence leur niveau de confiance. Il sera donc intéressant de noter s'il y a une augmentation significative de confiance relative aux apprentissages effectués par rapport au manuel scolaire employé, car, comme mentionné dans le cadre de référence, les connaissances acquises et le degré de confiance ont un effet l'un sur l'autre. L'échelle à six échelons est choisie, car Johns (2010) affirme que, selon ses recherches, la précision de résultats issus d'une échelle de type Likert diminue significativement lorsque l'échelle contient moins que cinq échelons ou plus que sept échelons. Un nombre pair d'échelons est employé afin de contraindre les participants à prendre une position, aussi mince soit-elle, sur la confiance dans sa réponse. Il est à noter que les élèves seront avisés au préalable que le degré de confiance qu'ils attribuent à une question n'affectera pas leur note, mais sera très utile pour les conclusions de la recherche.

Le prétest comporte 8 questions, dont 4 pour chacun des thèmes (électromagnétisme et composantes électroniques). Les deux post-tests seront aussi composés de 8 questions, dont 4 qui sont identiques aux questions du prétest, et 4 qui sont additionnelles. Lors de l'analyse des données, seules les 4 questions identiques pour chaque thème seront comparées. Dans ces cas, le libellé de la question est identique, mais les choix de réponse ont été mélangés pour les post-tests. Les 4 autres questions des post-tests seront considérées comme complémentaires. Le tableau 6 propose les correspondances entre les questions du prétest (en annexe B) et des deux post-tests (en annexe D pour l'électromagnétisme, et en annexe E pour les composantes électroniques), ainsi que les questions complémentaires.

Tableau 6
Correspondance entre les questions du prétest et des post-tests

Questions du prétest	1	2	3	4	5	6	7	8
Post-test sur l'électromagnétisme	---	---	1	---	---	3	6	4
Post-test sur les composantes électroniques	7	5	---	1	3	---	---	---

Questions complémentaires

Post-test sur l'électromagnétisme	2	5	7	8
Post-test sur les composantes électroniques	2	4	6	8

Enfin, un questionnaire qui permettra à l'élève de faire une réflexion quant à son appréciation des manuels dans six catégories différentes (contenu d'apprentissage, processus d'apprentissage, résultats cognitifs, résultats affectifs, technologie et endurance/confiance) sera rempli par les élèves à la toute fin des activités. Le questionnaire, qui permet également le recueil des données qualitatives, est inspiré du travail de Lee (2007) avec des modifications propres à cette recherche. Ce questionnaire se retrouve en annexe F. Le tableau 7 présente la séquence de l'ensemble des activités de l'expérimentation.

Tableau 7
Séquence des activités de l'expérimentation

	1 semaine avant	Journée 1	Journée 2	Journée 3	Journée 4	
		Électromagnétisme		Composantes électroniques		
Groupe A - 1re moitié au hasard	Pré-test	Manuel conventionnel	Post-évaluation 1	Manuel électronique	Post-évaluation 2	Questionnaire d'appréciation
Groupe A - 2e moitié au hasard		Manuel électronique		Manuel conventionnel		
Groupe B - 1re moitié au hasard		Manuel conventionnel		Manuel électronique		
Groupe B - 2e moitié au hasard		Manuel électronique		Manuel conventionnel		

5. MESURES ÉTHIQUES

La méthodologie proposée répond aux quatre principes de collecte de données énumérées par Hensler (2008) : elle se fait par l'entremise de l'évaluation des apprentissages des élèves, elle se fait au début et à la fin des activités d'apprentissage, elle est intégrée de manière continue dans une SAÉ sans que les élèves s'en aperçoivent, et il y a des données quantitatives et qualitatives recueillies. En matière d'éthique, des mesures seront en place pour assurer la protection et la dignité des participants. D'abord, la recherche est structurée de manière commutation répétition (« switching-replication ») avec les deux sections d'élèves. Ceci assure une certaine fiabilité des résultats et évite qu'un groupe d'élèves soit privilégié par rapport à l'autre. Ensuite, chaque élève et leurs parents rempliront un formulaire de consentement pour la recherche. Aucun enregistrement audio ou vidéo ne sera effectué. Bien que les données seront recueillies pour chaque individu, les résultats publiés seront anonymes, et la documentation initiale sera détruite immédiatement après l'analyse des données. Pour le recueil de données sur la confiance, les élèves seront préalablement avisés de faire preuve d'honnêteté vu que leurs réponses n'affecteront aucunement leur note; ceci dans le but de diminuer le biais causé par la désirabilité sociale, tel que définie par Podsakoff, MacKenzie et Lee (2003). D'autre part, il y a possibilité d'un conflit d'intérêts vu que le chercheur et l'enseignant sont la même personne. Afin de minimiser ce possible conflit, la méthodologie propose que la grande majorité des données soient objectives : évaluations à choix multiples et questionnaires. Ceci diminuera l'influence subjective de l'enseignant sur les résultats. Enfin, afin de minimiser la possibilité que des facteurs extérieurs ou des lectures en dehors des heures de cours affectent les résultats, la partie principale de la recherche aura lieu sur une période restreinte de quatre jours, et les matériaux pédagogiques seront recueillis à la fin de chaque session de 60 minutes.

CHAPITRE IV - RÉSULTATS

Le quatrième chapitre présente les résultats de la recherche. Le chapitre est composé de cinq sections. D'abord, les résultats de la validation du manuel scolaire électronique seront présentés. Ensuite, les résultats statistiques pour l'acquisition de connaissances seront donnés. Les résultats concernant la satisfaction des élèves, provenant du questionnaire d'appréciation, seront dévoilés par la suite. Des mesures d'association entre les résultats seront présentées. Enfin, des données concernant les indicateurs de confiance dans les prétests et post-tests seront présentées.

1. VALIDATION DU MANUEL SCOLAIRE ÉLECTRONIQUE INTERACTIF

Le questionnaire de validation comporte deux catégories : mise en page et conception, ainsi que contenu et fonctionnalité. Le questionnaire de validation a été rempli par tous les cinq répondants qui ont été sollicités. Les répondants avaient tous accès à un iPad muni du mini-logiciel iBooks. Le fichier du manuel électronique leur a été envoyé par courriel après qu'ils ont accepté de participer à l'étude. Ils ont donc téléchargé un manuel électronique vierge à un moment qu'ils ont jugé opportun. Les répondants ont été priés de lire et interagir avec le manuel, et par la suite de remplir le questionnaire en l'espace de 10 jours en janvier 2014. Deux des répondants ont soumis leur questionnaire à la troisième journée, un à la septième journée, et les deux derniers à la date d'échéance. Les tableaux 8 et 9 présentent les résultats pour les deux catégories du questionnaire.

Le tableau 8 révèle que 7 des 8 indices de validation ont été très bien appréciés. Dans chacun de ces cas, un minimum de 4 des 5 évaluateurs était au moins partiellement d'accord avec l'énoncé donné. Ce seuil représente un consensus qui est jugé acceptable. Par contre, certaines difficultés ont été évoquées quant à la fonction de modification des polices de textes (indice 1.6). Dans ce cas, seul 3 des 5 évaluateurs étaient au moins partiellement d'accord avec l'énoncé et 2 étaient complètement en désaccord. Une discussion plus approfondie à propos des polices de texte sera présentée dans le prochain chapitre. Ce constat a résulté dans un

changement de réglage dans le logiciel iBooks Author, permettant une plus grande flexibilité de changement de polices de texte par les élèves.

Tableau 8

Résultats de la validation de la mise en page et conception du manuel électronique interactif

Catégorie 1: Mise en page et conception	Complète- ment d'accord	Partielle- ment d'accord	Partielle- ment en désaccord	Complète- ment en désaccord
1.1 La couverture est instructif et montre le sujet et le contenu du livre clairement.	2	3	0	0
1.2 La mise en page est clairement définie dans les sections et est facile à utiliser.	5	0	0	0
1.3 La table des matières est facile d'accès et offre une introduction à la teneur et la mise en page.	4	0	1	0
1.4 Les sections de contenu sont étiquetées clairement à travers la numérotation des pages ou un autre système.	2	3	0	0
1.5 L'interface dispose d'indices de navigation qui rendent les éléments particuliers du contenu accessible.	4	0	1	0
1.6 Les polices de textes peuvent être modifiées pour permettre au lecteur d'adapter le manuel à leurs besoins individuels.	2	1	0	2
1.7 Le contenu est indexé de sorte que les détails nécessaires (par exemple, noms, terminologie) sont facilement accessibles.	5	0	0	0
1.8 La mise en page est aussi facile à suivre comme un manuel conventionnel.	4	1	0	0

Le tableau 9 révèle que tous les critères ont été très bien appréciés, car dans tous les cas, au moins 4 des 5 évaluateurs étaient au moins partiellement d'accord avec l'énoncé donné. Encore une fois, ce seuil représente un consensus qui est jugé acceptable. Par contre, deux indices pour le contenu et la fonctionnalité ont été cités pour amélioration. Aucun évaluateur n'était complètement d'accord avec le critère 2.8 – Le contenu est complété avec des matériaux en ligne supplémentaires (par exemple, du multimédia ou des sites compagnon Web), 4 évaluateurs étaient seulement partiellement d'accord et un évaluateur était même complètement en désaccord avec l'énoncé. Cet indice devait donc faire objet d'une réflexion plus approfondie avant l'expérimentation. Les opinions des personnes-ressources étaient aussi très partagées sur le critère 2.10 – Le contenu du chapitre un par rapport au chapitre deux est relativement équivalent en terme de difficulté. Dans ce cas, 2 évaluateurs étaient complètement d'accord avec l'énoncé, 2 étaient partiellement d'accord et 1 partiellement en désaccord. En conséquence, cet

indice fera aussi objet d'une discussion plus approfondie dans le prochain chapitre. Il faut noter que le processus de validation de ces indices a résulté en des modifications mineures au manuel scolaire électronique interactif et aux activités d'apprentissage dans le but de peaufiner l'étape de l'expérimentation de la recherche.

Tableau 9

Résultats de la validation du contenu et de la fonctionnalité du manuel électronique interactif

Catégorie 2: Contenu et fonctionnalité	Complète- ment d'accord	Partielle- ment d'accord	Partielle- ment en désaccord	Complète- ment en désaccord
2.1 Le contenu est livré en blocs gérables, compte tenu de toutes les fonctionnalités de l'iPad.	5	0	0	0
2.2 Le contenu est scientifiquement exact et utilise un langage approprié pour les élèves de 4e secondaire.	5	0	0	0
2.3 La fonctionnalité du manuel est relativement facile à apprendre après un court laps de temps par les non-initiés.	4	1	0	0
2.4 Des aspects multimédias et des hyperliens font partie de l'ouvrage et des éléments sont liés par des hyperliens.	3	2	0	0
2.5 Des aspects multimédias et des hyperliens améliorent le contenu et constituent une valeur ajoutée.	4	1	0	0
2.6 L'outil de recherche permet au lecteur de prendre une variété de voies de recherche et une série de requêtes de recherche.	4	1	0	0
2.7 Des fonctions de signets et d'annotation sont disponibles, et le lecteur peut personnaliser le livre à son goût.	3	2	0	0
2.8 Le contenu est complété avec des matériaux en ligne supplémentaires (par exemple, du multimédia ou des sites compagnon web).	0	4	0	1
2.9 Le contenu du chapitre un par rapport au chapitre deux est relativement équivalent en terme de longueur.	4	1	0	0
2.10 Le contenu du chapitre un par rapport au chapitre deux est relativement équivalent en terme de difficulté.	2	2	1	0
2.11 Le contenu et les fonctionnalités sont bien adaptés pour l'apprentissage des élèves.	5	0	0	0

Le questionnaire de validation contenait aussi une section pour des commentaires n'ayant pas trait aux catégories et composantes données. Plusieurs commentaires ont été fournis, et un rapport complet de ceux-ci, ainsi que des décisions et actions prises à leur égard se trouve à l'annexe G. Dans la grande majorité des cas, les améliorations souhaitées s'avéraient mineures, tel des coquilles ou des reformulations de phrases, et ne feront donc pas objet d'une discussion plus poussée.

Dans l'ensemble, l'étape de création et de validation a permis de disposer d'un manuel scolaire électronique interactif de qualité qui a pu, par la suite, être utilisé dans l'étape d'expérimentation aux fins de comparaison avec le manuel scolaire conventionnel. L'objectif spécifique 1 de la recherche, soit la production et la validation de deux chapitres d'un manuel scolaire électronique interactif pour le cours d'applications scientifiques et technologiques de 4^e secondaire, a donc été atteint.

2. ACQUISITION DE CONNAISSANCES

Les résultats pour l'acquisition de connaissances entre le prétest et les post-tests sont subdivisés en six tableaux. Dans tous les cas, un point a été attribué pour une réponse correcte, et zéro point pour une réponse incorrecte. Le tableau 10 présente la corrélation des notes du prétest et du post-test pour chaque thème scientifique. Le tableau 11 présente la moyenne de l'augmentation des notes pour les 4 questions identiques du prétest et de la post-évaluation peu importe l'outil utilisé. Le tableau 12 présente la moyenne de l'augmentation des notes sur 4 pour les deux outils pour le thème de l'électromagnétisme. Le tableau 13 présente la moyenne de l'augmentation des notes sur 4 pour les deux outils pour le thème des composantes électroniques. Les tableaux 14 et 15 présentent les résultats pour les 4 questions de la post-évaluation qui n'avaient pas été posées dans le prétest.

Tableau 10

Corrélation des notes entre le prétest et le post-test pour chaque thème scientifique

Thème	r =	p =
Électromagnétisme	0.044	0.769
Composantes électroniques	-0.042	0.777
Compréhension des deux notions	0.024	0.873

Les résultats du tableau 10 indiquent que les résultats pour les quatre questions appariées pour l'électromagnétisme ainsi que pour les quatre questions appariées pour les composantes électroniques ne sont pas corrélés. De plus, la compréhension de ces deux notions n'est pas corrélée, indiquant que les thèmes sont indépendants l'un de l'autre.

Tableau 11

Augmentation des notes (sur 4) pour chaque thème scientifique

Thème	Augmentation	Écart-type	Test t pour échantillon unique	Valeur de p
Électromagnétisme	1.21	1.20	6.948 (46)	< 0.001
Composantes électroniques	1.09	1.25	5.960 (46)	< 0.001

Les résultats du tableau 11 démontrent que les élèves ont effectué une acquisition significative de connaissances pour les deux thèmes scientifiques, et ce, au cours des quatre journées de l'expérimentation. Il est aussi à noter qu'une augmentation de la note sur 4 a été observée quel que soit l'outil pédagogique utilisé.

Tableau 12

Augmentation des notes (sur 4) pour chaque outil pour le thème de l'électromagnétisme

Outil	Augmentation	Écart-type	Test t pour échantillons jugés indépendants	Test de Levene
Manuel conventionnel	1.30	1.02	0.509 (45) p = 0.613	1.251 p = 0.269
Manuel électronique	1.13	1.36		

Les résultats du tableau 12 indiquent que, dans les paramètres de cette étude, le type d'outil de lecture, conventionnel ou électronique, n'a pas eu un effet significatif sur l'augmentation des notes lors des activités sur le thème de l'électromagnétisme ($p = 0.613$). Le test de Levene permet d'observer que les variances étaient jugées homogènes.

Tableau 13

Augmentation des notes (sur 4) pour chaque outil pour le thème des composantes électroniques

Outil	Augmentation	Écart-type	Test t pour échantillons jugés indépendants	Test de Levene
Manuel conventionnel	1.04	1.22	-0.222 (45) p = 0.826	0.075 p = 0.786
Manuel électronique	1.13	1.30		

Les résultats du tableau 13 indiquent que, dans les paramètres de cette étude, le type d'outil de lecture, conventionnel ou électronique, n'a pas eu un effet significatif sur l'augmentation des notes lors des activités sur le thème des composantes électroniques ($p = 0.826$). Encore une fois, le test de Levene permet d'observer que les variances étaient jugées homogènes.

Tableau 14

Résultats de la post-évaluation pour les 4 questions complémentaires pour le thème de l'électromagnétisme pour chaque outil

Outil	Moyenne	Écart-type	Test t pour échantillons jugés indépendants	Test de Levene
Manuel conventionnel	2.48	1.04	0.985 (45) $p = 0.330$	2.241 $p = 0.141$
Manuel électronique	2.21	0.83		

Les résultats du tableau 14 démontrent que la différence des résultats n'est pas significative pour les deux types de manuels scolaires pour les quatre questions complémentaires sur le thème de l'électromagnétisme ($p = 0.330$). Le test de Levene indique que les variances sont jugées homogènes.

Tableau 15

Résultats de la post-évaluation pour les 4 questions supplémentaires pour le thème des composantes électroniques pour chaque outil

Outil	Moyenne	Écart-type	Test t pour échantillons jugés indépendants	Test de Levene
Manuel conventionnel	3.09	0.79	0.719 (45) $p = 0.476$	0.153 $p = 0.697$
Manuel électronique	2.92	0.83		

Les résultats du tableau 15 démontrent que la différence des résultats n'est pas significative pour les deux types de manuels scolaires pour les quatre questions complémentaires sur le thème des composantes électroniques ($p = 0.476$). Le test de Levene indique que les variances sont jugées homogènes.

À la lumière des résultats présentés, une partie de l'objectif spécifique 2 de la recherche, qui visait l'expérimentation du manuel sur le terrain avec deux groupes d'élèves afin de comparer l'acquisition de connaissances avec un manuel scolaire différent lors d'activités d'apprentissages identiques, a été atteint. Nous n'observons aucune différence significative entre les deux types de manuels scolaire, conventionnel ou électrique, pour l'acquisition de connaissances.

3. SATISFACTION DES ÉLÈVES

Le questionnaire d'appréciation a permis de recenser le niveau de satisfaction des élèves à l'égard de chaque outil pédagogique de l'expérimentation. Le tableau 16 présente les résultats de ce questionnaire. Le tableau 17 présente les réponses des élèves quant à leur perception personnelle. Les élèves avaient aussi l'opportunité de fournir de plus amples commentaires dans une section à la fin du questionnaire. Vingt-huit des 47 participants se sont prévalus de cette opportunité. Leurs commentaires se trouvent à l'annexe H, et un sommaire de tous les commentaires soulevés deux fois ou plus est présenté au tableau 18.

Le questionnaire d'appréciation a révélé que la plupart des élèves ont trouvé plus facile de se concentrer en utilisant le manuel conventionnel (74%), et ont eu la perception que leurs notes augmenteraient plus significativement lorsqu'ils emploient celui-ci (64%). En contrepartie, en utilisant le manuel scolaire électronique interactif, les élèves se sentaient moins ennuyés et plus intéressés dans les activités d'apprentissage (77%). Ils ont aussi trouvé le manuel scolaire électronique plus pratique pour rechercher de l'information (83%), et ils se sentaient plus capables de résoudre des tâches indépendamment (68%) avec celui-ci. Fait aussi à noter : pour les deux énoncés négatifs, « Je m'ennuyais plus en utilisant... » et « J'ai trouvé plus difficile d'apprendre des concepts scientifiques avec... », une majorité d'élèves ont indiqué le manuel conventionnel, ce qui veut dire, par extension, qu'ils ont mieux apprécié le manuel électronique dans ces deux cas. De plus minces majorités sont rapportées en faveur du manuel électronique pour plusieurs questions. Notamment, l'appréciation de la structuration du contenu d'apprentissage (62%), la facilité d'apprentissage de concepts scientifiques (60%), la facilité de soulever des questions (57%), la motivation dans l'apprentissage (55%), ainsi que la facilité

d'application des concepts après la lecture (55%) ont tous penché faiblement du côté du manuel scolaire électronique. Enfin, l'échantillon entier (100%) a trouvé que le manuel électronique (sur tablette numérique) était moins lourd que le manuel conventionnel.

Tableau 16
Résultats du questionnaire d'appréciation

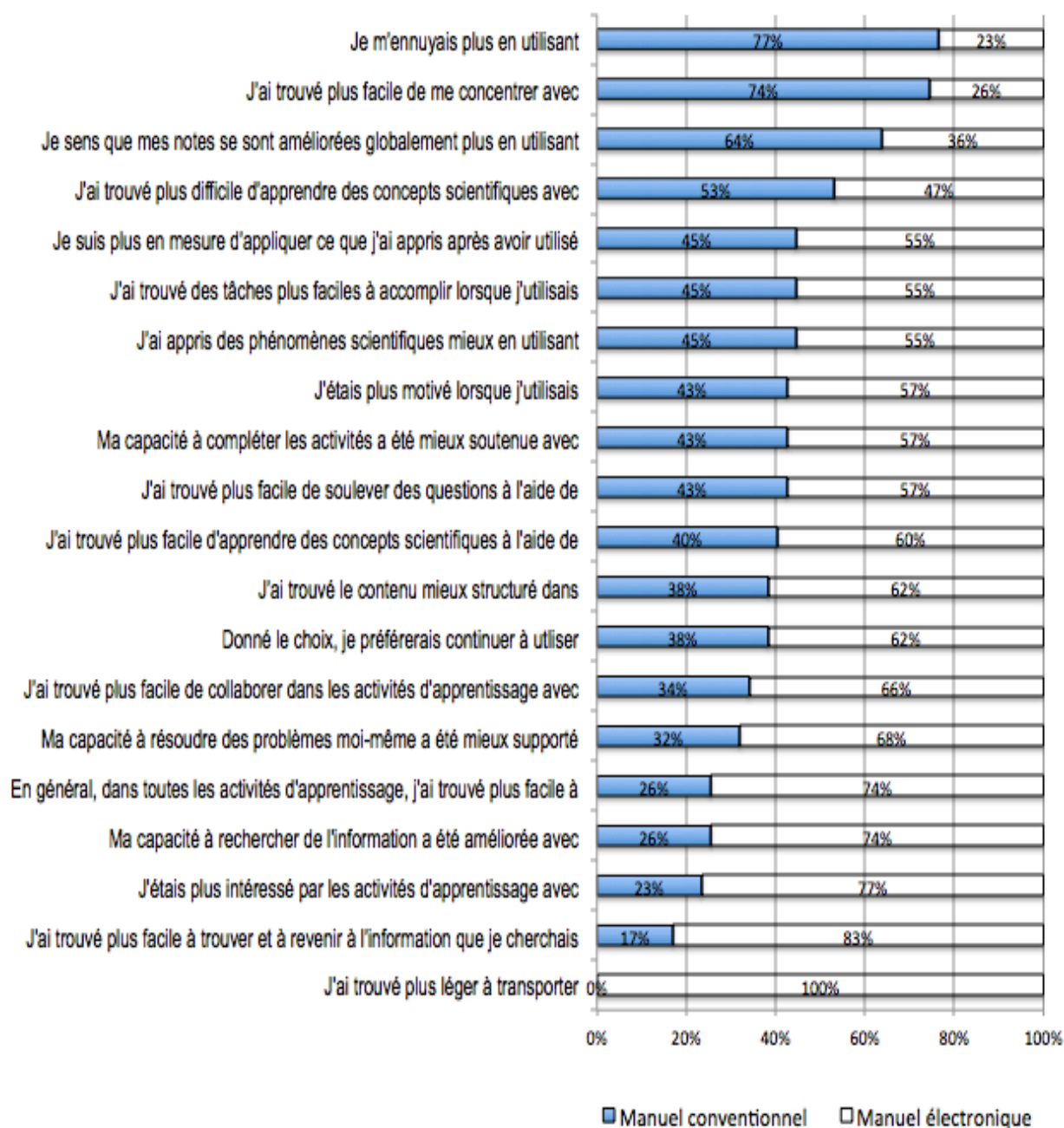
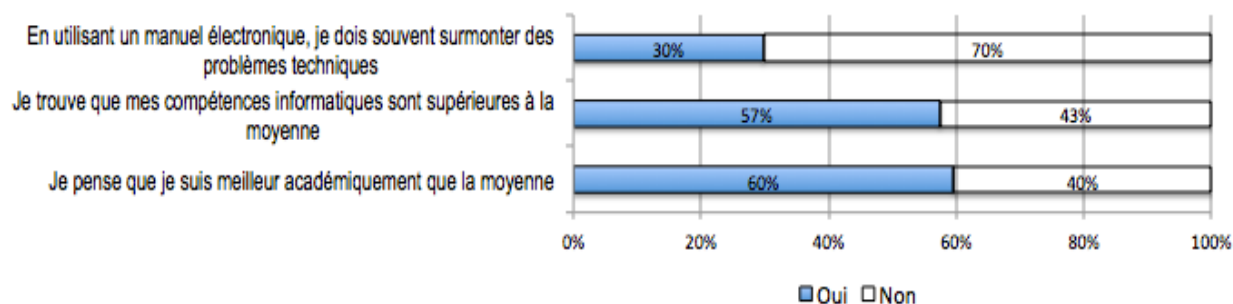


Tableau 17

Perception personnelle des élèves



Les résultats du tableau 17 démontrent que la grande majorité (70%) des élèves n'a pas eu à surmonter des problèmes techniques importants reliés à l'utilisation de l'iPad ni du logiciel iBooks au cours des activités d'apprentissage. En outre, plus que 50% des élèves des deux groupes se sentent supérieures à la moyenne quant à leurs compétences informatiques, ainsi que leurs performances académiques.

Tableau 18

Sommaire des commentaires des élèves dans le questionnaire d'appréciation

Commentaire général	Nombre d'élèves
Le manuel électronique est plus pratique que le manuel conventionnel	7
Le manuel électronique comporte des sources de distractions	7
Le manuel conventionnel est plus pratique que le manuel électronique	6
L'interactivité du manuel électronique est un atout	5
L'usage du manuel électronique fait mal aux yeux	2

Le tableau 18 présente les 27 commentaires qui ont été écrits par des élèves au moins deux fois. Il est intéressant de noter que presque le même nombre d'élèves qui trouvent le manuel électronique plus pratique (7) a trouvé le manuel conventionnel plus pratique (6). Un thème important soulevé s'avère les distractions inhérentes au manuel électronique, ainsi que l'appréciation de l'interactivité de celui-ci. Enfin, deux répondants ont soulevé des problèmes oculaires relatifs à l'utilisation prolongée d'un manuel électronique.

En somme, les élèves participants ont été sondés pour connaître leur opinion quant à leur expérience des deux manuels scolaires lors des quatre journées de l'expérimentation. L'objectif spécifique 3 de la recherche, qui visait à mesurer le degré de satisfaction des élèves par rapport aux deux types de manuels, a été atteint. La plupart des élèves ont trouvé plus facile de se concentrer en utilisant le manuel conventionnel, mais ils ont trouvé le manuel électronique plus motivant pour apprendre des concepts scientifiques.

4. MESURES D'ASSOCIATION

Des croisements statistiques ont été investigués afin de nuancer les résultats issus de cette recherche. Plusieurs croisements ont été effectués, mais aux fins de breveté, seuls les résultats significatifs sont présentés.

Les variables « préférant apprendre les concepts scientifiques en utilisant le manuel conventionnel » et « problèmes techniques avec le manuel électronique » sont significativement associées (coefficient de vraisemblance $L^2 = 4,687$ (1), $p = 0,030$). Il existe une sur-pondération d'élèves préférant apprendre avec le manuel conventionnel qui ont indiqué avoir de problèmes techniques avec le manuel électronique et une sous-pondération d'élèves qui n'ont pas rapporté de problèmes techniques. Le V de Cramer suggère en outre une association modérément forte ($V = 0,317$, $p = 0,030$).

Les variables « préférant apprendre les concepts scientifiques en utilisant le manuel électronique » et « problèmes techniques avec le manuel électronique » sont significativement associées (coefficient de vraisemblance $L^2 = 4,687$ (1), $p = 0,030$). Il existe une sur-pondération d'élèves préférant apprendre avec le manuel électronique qui ont indiqué ne pas avoir de problèmes techniques et une sous-pondération d'élèves qui ont rapporté de problèmes techniques. Le V de Cramer suggère en outre une association modérément forte ($V = 0,317$, $p = 0,030$).

Les variables « plus intéressé dans les activités d'apprentissage en utilisant le manuel conventionnel » et « problèmes techniques avec le manuel électronique » sont significativement

associées (coefficient de vraisemblance $L^2 = 3,954$ (1), $p = 0,047$). Il existe une sur-pondération d'élèves plus intéressés par les activités d'apprentissage avec le manuel conventionnel qui ont indiqué avoir de problèmes techniques et une sous-pondération d'élèves qui n'ont pas rapporté de problèmes techniques. Le V de Cramer suggère en outre une association modérément forte ($V = 0,299$, $p = 0,040$).

Les variables « plus intéressé dans les activités d'apprentissage en utilisant le manuel électronique » et « problèmes techniques avec le manuel électronique » sont significativement associées (coefficient de vraisemblance $L^2 = 3,954$ (1), $p = 0,047$). Il existe une sur-pondération d'élèves plus intéressés par les activités d'apprentissage avec le manuel électronique qui ont indiqué ne pas avoir de problèmes techniques et une sous-pondération d'élèves qui ont rapporté de problèmes techniques. Le V de Cramer suggère en outre une association modérément forte ($V = 0,299$, $p = 0,040$).

Tout compte fait, il appert que des problèmes techniques ont une influence sur la perception des élèves quant au manuel qu'ils préfèrent pour apprendre des concepts scientifiques. De plus, les problèmes techniques peuvent aussi influencer leur intérêt pour compléter des activités d'apprentissage avec un manuel donné. Ces résultats ajoutent une nuance intéressante à l'atteinte de l'objectif spécifique 3, qui visait à mesurer le degré de satisfaction des élèves par rapport aux deux types de manuel.

5. INDICATEURS DE CONFIANCE

Pour chaque question du prétest et des post-tests, l'élève a statué son niveau de confiance sur une échelle de type Likert de 1 (très incertain) à 6 (très certain). Cette section présente les résultats pour les indicateurs de confiance des participants. Les résultats pour les indicateurs de confiance sont subdivisés en quatre tableaux. Le tableau 19 présente la corrélation des niveaux de confiance pour les quatre questions appariés entre le prétest et le post-test pour chaque thème scientifique. Le tableau 20 présente la moyenne de l'augmentation du niveau de confiance entre le prétest et le post-test pour chaque thème scientifique. Le tableau 21 présente l'augmentation

du niveau de confiance pour chaque outil pour le thème de l'électromagnétisme. Le tableau 22 présente l'augmentation du niveau de confiance pour chaque outil pour le thème des composantes électroniques. En outre, il est à noter qu'après vérification aucun lien n'a été déterminé entre le niveau de confiance et le fait de réussir une question. Le niveau de confiance n'est donc pas associé à la réussite.

Tableau 19

Corrélation des niveaux de confiance entre le prétest et le post-test pour chaque thème scientifique

Thème	r =	p =
Électromagnétisme	0.491	< 0.001
Composantes électroniques	0.074	0.623

Les résultats du tableau 19 comparent les niveaux de confiance des élèves entre le prétest et le post-test. Ils indiquent que les indicateurs de confiance associés aux quatre questions appariées pour l'électromagnétisme sont corrélés. Ils indiquent également que les indicateurs de confiance associés aux quatre questions appariées pour les composantes électroniques ne sont pas corrélés.

Tableau 20

Augmentation des niveaux de confiance pour chaque thème scientifique

Thème	Augmentation	Écart-type	Test t pour échantillon unique	Valeur de p
Électromagnétisme	6.64	3.06	14.870 (46)	< 0.001
Composantes électroniques	8.04	3.17	17.400 (46)	< 0.001

Les résultats du tableau 20 présentent l'augmentation totale de confiance pour les quatre questions appariées. Ils démontrent que les élèves ont effectué une augmentation significative de confiance pour les deux thèmes scientifiques entre les deux moments (prétest et post-test). Il est aussi à noter qu'une augmentation de leur niveau de confiance a été observée quel que soit l'outil pédagogique utilisé.

Tableau 21

Augmentation des niveaux de confiance pour chaque outil pour le thème de l'électromagnétisme

Outil	Augmentation	Écart-type	Test t pour échantillons jugés indépendants	Test de Levene
Manuel conventionnel	6.04	3.42	1.315 (45) p = 0.195	1.282 p = 0.263
Manuel électronique	7.21	2.62		

Les résultats du tableau 21 présentent l'augmentation totale de confiance pour les quatre questions appariées. Ils indiquent que, dans les paramètres de cette étude, le type d'outil de lecture, conventionnel ou électronique, n'a pas eu un effet significatif sur le niveau de confiance des élèves lors des activités sur le thème de l'électromagnétisme ($p = 0.195$). Le test de Levene indique que les variances sont jugées homogènes. Le type de manuel n'influence donc pas le niveau de confiance total pour les quatre items reliés à ce thème.

Tableau 22

Augmentation des niveaux de confiance pour chaque outil pour le thème des composantes électroniques

Outil	Augmentation	Écart-type	Test t pour échantillons jugés indépendants	Test de Levene
Manuel conventionnel	7.42	3.16	1.397 (45) p = 0.169	0.127 p = 0.723
Manuel électronique	8.70	3.11		

Les résultats du tableau 22 présentent l'augmentation totale de confiance pour les quatre questions appariées. Ils indiquent que, dans les paramètres de cette étude, le type d'outil de lecture, conventionnel ou électronique, n'a pas eu un effet significatif sur le niveau de confiance des élèves lors des activités sur le thème des composantes électroniques ($p = 0.169$). Le test de Levene indique que les variances sont jugées homogènes. Le type de manuel n'influence donc pas le niveau de confiance total pour les quatre items reliés à ce thème.

En somme, les résultats pour les indicateurs de confiance démontrent une augmentation significative de confiance des élèves peu importe le manuel utilisé lors de l'expérimentation. De

surcroît, il n'y a aucune différence significative de confiance entre l'usage du manuel électronique ou conventionnel. Donc, une partie de l'objectif spécifique 2 de la recherche, qui visait à comparer la confiance dans les réponses des élèves après avoir utilisé un manuel scolaire différent lors d'activités d'apprentissages identiques, a été atteint.

Ce chapitre a présenté les résultats de la recherche. En effet, les données concernant la validation du manuel scolaire électronique interactif ont été dévoilés. Ensuite, les statistiques découlant de l'acquisition de connaissances des élèves entre le prétest et les post-tests ont été étalées. Par la suite, des pourcentages de satisfaction des élèves quant à certaines questions pertinentes ont été tabulés. Certaines mesures d'association entre les résultats précédents ont ensuite été présentées. Enfin, des résultats pour les indicateurs de confiance de élèves entre le prétest et les post-tests ont été donnés. Le prochain chapitre présentera une discussion des résultats présentés précédemment. Cette discussion a été organisée en six thèmes distincts qui ressortent de l'analyse des données. Des sections sont aussi prévues pour discuter de l'éthique de la recherche et pour effectuer des recommandations pour des études ultérieures.

CHAPITRE V - DISCUSSION

Le cinquième chapitre présente la discussion des résultats. D’abord, les résultats de la validation du manuel scolaire électronique interactif feront objet de discussion. Ensuite, les thèmes majeurs des résultats de l’expérimentation et du questionnaire d’appréciation seront abordés : l’acquisition de connaissances, la distraction de la tablette numérique, la motivation des élèves et les difficultés technologiques. Par la suite, une mise au point sera faite par rapport aux indicateurs de confiance dans les questions des pré- et post-tests. Enfin, la discussion portera sur l’éthique de la recherche, les forces de la recherche et des recommandations pour des recherches futures seront fournies.

1. VALIDATION DU MANUEL SCOLAIRE ÉLECTRONIQUE INTERACTIF

D’abord, il est opportun de discuter de la validation du manuel scolaire électronique interactif, ainsi que les améliorations de celui-ci qui en ont suivi. Les tableaux 8 et 9 présentent les indices qui ont été évalués par les personnes-ressources. En premier lieu, pour la catégorie “Mise en page et conception”, les résultats démontrent que le manuel est relativement bien conçu. Selon les données recueillies, une seule composante requiert de l’action : l’indice 1.7 sur les polices de caractères. Après vérification, le programme iBooks Author requiert que la police demeure barrée en format paysage pour maintenir les widgets et figures en place. Cependant, un réglage a été changé pour permettre à l’utilisateur de modifier les polices en format portrait, s’il ou elle le désire. Le logiciel ne permet pas cette fonctionnalité en format paysage, donc les élèves ont été informés verbalement de cette nuance au début des activités d’apprentissage. Cependant, il n’est pas acquis qu’un changement de taille ou de police de caractères aurait un effet sur la compréhension du contenu. En effet, quelques études, dont Chandler (2001) et Tavakoli et Kheirzadeh (2011) ne remarquent aucune corrélation entre la taille des caractères et la compréhension du texte par un lecteur. Il est donc peu probable que cette faille dans la fonctionnalité ait eu un effet important sur les résultats de l’expérimentation. De plus, la police de caractère a été fixée à 15, ce qui est supérieur à ce qui est généralement utilisé dans les

environnements informatisés. En outre, la police Helvetica a été utilisée : il s'agit d'une police sans sérif de base, ce qui augmente la lisibilité du texte.

En deuxième lieu, deux indicateurs de la catégorie "Contenu et fonctionnalité" méritaient des actions : l'indice 2.8 sur les matériaux supplémentaires et l'indice 2.10 portant sur la difficulté relative d'un chapitre par rapport à l'autre. D'abord, l'indicateur concernant les sites web a été ignoré. Compte tenu du temps limité que disposaient les élèves pour faire la lecture du manuel, il est possible que certains passent trop de temps sur des ressources connexes, ce qui ne leur permettrait pas de compléter le travail dans les délais prévus. En outre, les ressources multimédias disponibles dans le manuel électronique ressemblent la plupart de ceux qui sont présentement disponibles sur les sites compagnon web. De plus, vu que la tablette numérique est connectée à l'internet en tout temps, rien n'empêcherait les élèves de faire leur propre recherche s'ils le désirent. Ceci dit, il est documenté dans les études supérieures que l'usage fréquent de l'Internet pendant un cours peut nuire à la performance académique d'un élève. Une recherche au collégial de Fried (2008) révèle que l'usage important de l'Internet sur un ordinateur portable est une source importante de distraction pour l'utilisateur et ceux qui l'entourent. De plus, le niveau d'usage est négativement relié à la compréhension du contenu du cours ainsi que la performance globale de l'élève dans le cours (*ibid*). Le choix de limiter le recours à des ressources en ligne extérieures du manuel électronique a donc été judicieux.

Ensuite, fait intéressant, les personnes-ressources qui ne détiennent pas de fond scientifique étaient plus susceptibles de dire que le contenu du chapitre deux est plus difficile que le contenu du chapitre un. Une raison évoquée est que le chapitre deux présente plus d'éléments différents (composants électroniques) que le chapitre un (aspects de l'électromagnétisme). Vu que les élèves n'ont peu ou aucune expérience dans le domaine non plus, ce fait observé a été très utile lors du processus de validation. Afin d'équilibrer la situation, il a été convenu de discuter d'un de ces éléments (la diode) lors de la séance de préparation à l'expérimentation. De cette manière, les élèves auront un fondement sur quoi se baser lors de la lecture du chapitre deux, rendant ainsi celui-ci un peu moins difficile à maîtriser qu'auparavant. Il va sans dire qu'il est essentiel que la quantité et la difficulté du contenu soit comparable entre les deux sections du manuel afin d'assurer la comparabilité des résultats. C'est aussi un critère nécessaire pour

maintenir la validité interne d'une expérimentation de type commutation répétition selon Trochim (2006). Enfin, puisque les résultats obtenus pour l'acquisition de connaissances sont semblables, il est probable que le contenu des deux chapitres était relativement équivalent.

La démarche de validation a été un processus important et nécessaire. Elle a permis de s'assurer que le manuel soit de haute qualité. Elle a aussi permis d'associer divers professionnels au projet de recherche et leurs opinions ont été inestimables dans l'élaboration du manuel. Tout matériel pédagogique développé aux fins de recherche devrait certainement suivre ce processus avant la phase de l'expérimentation avec des élèves.

2. ACQUISITION DE CONNAISSANCES

Le thème principal des résultats de la recherche implique l'acquisition de connaissances des élèves du début à la fin de la situation d'apprentissage-évaluation. Le tableau 10 démontre qu'il n'y a aucune corrélation entre le prétest et le post-test pour les quatre questions appariées des deux thèmes scientifiques abordés par la recherche. Ceci implique que les différences observées ne sont pas systématiques. Des élèves ayant bien réussi le prétest d'un thème scientifique ont été plus faibles dans le post-test correspondant, et vice-versa. De plus, les deux thèmes, l'électromagnétisme et les composantes électroniques, ne sont pas corrélés, indiquant qu'ils sont indépendants l'un de l'autre. Cette conclusion est logique. Dans le PFÉQ, le concept de l'électromagnétisme se trouve dans l'univers matériel, tandis que le concept des composantes électroniques se trouve dans l'univers technologique, deux blocs indépendants l'un de l'autre (Gouvernement du Québec, 2007*b*). De plus, la compréhension des phénomènes reliés à l'électromagnétisme n'aide, à une exception près, aucunement la compréhension de ceux reliés aux composantes électroniques. La seule concordance entre les deux notions se trouve dans le fonctionnement du relai, une composante électronique, dont une partie requiert le magnétisme. Pour compenser, aucune question par rapport à ce fait ne figurait dans les pré- et post-tests pour éviter que les deux concepts s'entrecroisent. Le résultat obtenu était donc prévisible.

Tel que présenté au tableau 11, une acquisition significative de connaissances a été effectuée par les élèves pour les deux thèmes scientifiques. Cette observation est rassurante vu

que presque deux heures d'activités d'apprentissage ont été consacrées à l'enseignement de chacun de ces concepts. De plus, ceci assure une certaine validité des résultats de cette recherche, étant donné que ce résultat relativement évident et prévisible a pu être rapporté. Enfin, lors de l'analyse subséquente entre les types de manuels, il est impératif qu'une augmentation significative de connaissances soit inhérente aux données afin d'assurer la crédibilité des observations. Plusieurs études démontrent qu'une augmentation significative de connaissances est normale pour des recherches de ce type. Par exemple, Hambrick (2003), lors d'une étude impliquant 171 participants universitaires sur une période de 4 mois, a trouvé qu'une acquisition significative de connaissances sur un sport a été effectuée par un groupe qui avait des connaissances préalables de ce sport ainsi que par un groupe qui n'en avait pas. Par ailleurs, une étude impliquant 95 élèves du secondaire ayant des difficultés d'apprentissage a déterminé qu'une acquisition significative de connaissances a été effectuée tant par un groupe d'élèves ayant accès à des textes auditifs qu'un groupe qui n'en avait pas (Boyle, Rosenberg, Connelly, Washburn, Brinckerhoff et Banerjee, 2003).

En terme de comparaison entre les deux types de manuel, le tableau 12 a démontré que, pour le thème de l'électromagnétisme, il n'y a pas de différence significative entre l'augmentation des notes des élèves quel que soit le manuel utilisé. Ce résultat a été similaire à celui observé au tableau 13 pour le thème des composantes électroniques. Dans chacun des cas, que l'élève ait utilisé un manuel conventionnel ou un manuel électronique, l'augmentation de sa note pour les quatre questions comparatives n'a pas été significative. Il peut donc être inféré, dans les paramètres de cette étude, qu'il n'y a pas de différence significative entre l'utilisation d'un manuel électronique interactif par rapport à un manuel conventionnel pour l'acquisition de connaissances scientifiques. Ce résultat n'est pas totalement inattendu. Une étude de type commutation répétition de compréhension de texte et d'acquisition de connaissances de Sheppard (2011) en sixième année du primaire avec 43 participants n'a également signalé aucune différence significative entre des élèves qui utilisaient un iPad pour acquisition de connaissances et ceux qui se servaient d'un manuel scolaire conventionnel. De plus, une étude de Rockinson-Szapkiw, Courduff, Carter et Bennett (2013) impliquant 538 étudiants au niveau universitaire n'a trouvé aucune différence pour l'apprentissage cognitif et les résultats scolaires

obtenus entre un groupe qui s'est servi d'un manuel conventionnel et l'autre qui s'est servi d'un manuel électronique.

Les tableaux 14 et 15 apportent de l'information supplémentaire pour qualifier les résultats déterminés précédemment. Dans les deux cas, le test t pour échantillons indépendants confirme qu'il n'y a pas de différence significative entre les résultats des élèves, qu'ils se soient servis d'un manuel conventionnel ou d'un manuel électronique. Cette même observation tient aussi bien pour le thème de l'électromagnétisme que pour le thème des composantes électroniques. Il est aussi à noter que la différence des moyennes se retrouve largement inférieure aux écarts-types dans les deux cas.

Ces résultats peuvent se traduire de diverses manières. D'un côté, le manuel scolaire électronique n'a pas démontré de valeur ajoutée par rapport au manuel scolaire conventionnel en terme d'acquisition de connaissances. Il se peut, donc, que l'effort de développer ou d'acheter ce type d'outil n'en vaille pas la peine. Par contre, il a aussi été démontré que le manuel électronique n'a pas nui à l'acquisition de connaissances non plus. Par conséquent, selon le contexte de l'enseignant ou selon le type d'activité d'apprentissage, l'usage de cet outil peut s'avérer utile pour engager l'élève.

3. LA TABLETTE NUMÉRIQUE ET LES DISTRACTIONS

Le questionnaire d'appréciation soulève plusieurs points importants quant à la satisfaction globale des élèves lors de leur utilisation des deux outils. Le thème de la distraction relié à la tablette numérique, dont l'usage est nécessaire pour accéder au manuel électronique scolaire interactif, est le premier thème d'envergure qui ressort de ce questionnaire. Les distractions de la tablette numérique sont souvent soulevées comme un point négatif contre l'usage du manuel électronique, car ils peuvent contribuer à réduire la concentration des élèves pendant une activité d'apprentissage. Le tableau 16 indique que la majorité des élèves croient qu'ils peuvent mieux se concentrer sur le sujet à l'étude lorsqu'ils utilisent un manuel conventionnel, et ce fait, selon eux, devrait se traduire en des notes académiques supérieures. Cette impression provient possiblement de leur perception que la tablette numérique est moins

un outil pédagogique qu'un objet de divertissement. Gong et Wallace (2012) ont effectué une étude comparative de plusieurs instruments d'accès à des cours en ligne. Des 76 élèves d'âge divers participants, une majorité a trouvé que les appareils mobiles étaient mieux adaptés pour le divertissement que pour l'éducation, et une pluralité a indiqué que les distractions de ces appareils posaient un obstacle à leur apprentissage (*ibid*). De plus, une certaine frustration est palpable parmi certains élèves dans les commentaires à cause de certaines difficultés associées aux réglages et aux fonctions de l'iPad. Rossing, Miller, Cecil et Stamper (2012) ont aussi constaté, lors d'une expérimentation avec 209 étudiants au collégial, que les distractions et les frustrations inhérentes à l'usage d'une tablette numérique pendant un cours posaient des obstacles à l'apprentissage. Selon eux, les éducateurs doivent incorporer les tablettes dans leurs activités pédagogiques de manière prudente et réflexive afin de minimiser ces frustrations (*ibid*).

Ces résultats démontrent sans équivoque le rôle important de l'enseignant lors d'activités d'apprentissage impliquant des tablettes numériques. L'encadrement de l'activité et la supervision de l'enseignant sont essentiels pour réduire les distractions possibles pour les élèves. Ceci étant dit, l'expérimentation de la présente recherche était fortement balisée; les élèves ont tout de même souvent soulevé le fait que la tablette numérique posait des distractions à leur lecture du manuel électronique. Il est donc clair que les manufacturiers de tablettes numériques et les pédagogues doivent se pencher sur des méthodes de réduction de distractions afin de trouver une solution à cette problématique.

4. MOTIVATION DES ÉLÈVES

Le thème de la motivation de l'élève ressort aussi très clairement du questionnaire d'appréciation. Les résultats du tableau 16 le démontrent clairement. Malgré le fait que la plupart des élèves croient que leurs apprentissages seraient meilleurs avec le manuel conventionnel, ils trouvent cet outil plus ennuyeux et moins facile à utiliser. En même temps, malgré les distractions citées précédemment, ils trouvent le manuel électronique plus motivant lorsqu'ils complètent des activités d'apprentissage. Ce paradoxe illustre parfaitement l'énigme que représente la tablette numérique en éducation; si les distractions peuvent être minimisées

voire éliminées, l'iPad peut devenir un outil formidable qui peut motiver l'élève à pousser ses recherches plus loin et interagir avec le contenu du cours dans une manière plus approfondie. Kihash, Brand et Mathew (2012) rapportent que lors d'une étude avec 135 élèves d'âge adulte une majorité des participants ont reconnu que l'iPad les a motivés à apprendre. Parallèlement, Stewart (2012), dans une étude de type commutation répétition impliquant 18 élèves au primaire comparant un manuel électronique à un manuel conventionnel pour la compréhension de lecture, n'a trouvé aucune différence significative entre les deux manuels, mais aussi une augmentation significative d'engagement et de motivation des élèves dans les activités d'apprentissage avec le manuel électronique.

En outre, les mesures d'association qui ont été relevées des résultats du questionnaire ont soulevé une association significative entre les élèves qui sont plus intéressés par des activités d'apprentissage en général avec un manuel conventionnel et ceux qui éprouvent des difficultés avec le manuel électronique. Parallèlement, ceux préférant le manuel électronique pour compléter des activités d'apprentissage n'ont pas éprouvé de difficultés avec celui-ci. Ces deux faits relèvent d'une même évidence : l'élève motivé par le manuel qu'il utilise sera, par le fait même, plus motivé par l'activité d'apprentissage dans laquelle il participe. Sloan (2013), dans une étude sur quatre mois au collégial avec 26 élèves, remarque qu'avec le temps, la perception des élèves quant à leur appréciation de l'appareil et de leur motivation d'apprendre avec l'appareil a augmenté considérablement. Elle suggère, en outre, afin de maximiser la motivation de l'élève, de lui laisser le choix de choisir entre le format papier et le format électronique lors de l'achat d'un manuel scolaire (*ibid*).

En somme, il a été démontré que l'usage d'un manuel électronique peut augmenter la motivation de l'élève dans ses apprentissages, à condition que des méthodes de minimisation des distractions inhérentes à la tablette numérique soient développées. Une extension possible de ces résultats peut aussi être de donner le choix à l'élève quant au type de manuel qu'il ou elle préfère. Cela peut aider l'enseignant pour la différenciation pédagogique dans son développement d'activités d'apprentissage et aussi augmenter la satisfaction de l'élève quant à ses choix pour assurer sa propre réussite.

5. DIFFICULTÉS TECHNOLOGIQUES ET TYPE DE MANUEL

Les mesures d'association ont aussi révélé des associations significatives en lien avec les difficultés technologiques éprouvées en utilisant le manuel électronique. En premier lieu, il y a une association significative entre les élèves qui préfèrent apprendre des concepts scientifiques avec le manuel conventionnel et ceux qui éprouvent des difficultés avec le manuel électronique. Parallèlement, ceux préférant le manuel électronique pour l'acquisition de concepts scientifiques n'ont pas éprouvé de difficultés avec celui-ci. Cette tendance est attribuable au fait qu'un élève qui gère difficilement un appareil numérique n'aurait sûrement pas une appréciation pour celui-ci; en effet, il s'agirait d'un obstacle à ses apprentissages. Si, de plus, un concept scientifique est déjà difficile à maîtriser pour cet élève, l'appareil numérique ne fournirait pas de valeur ajoutée à l'exercice. En même temps, un élève trouvant facile l'usage d'un appareil serait plus disposé à s'en servir et à apprendre avec celui-ci. Il est aussi possible, selon Dori, Hult, Breslow et Belcher (2007), qu'une certaine résistance au changement soit inhérente à certains étudiants, qui préfèrent les méthodes d'enseignement et d'apprentissage auxquelles ils sont habitués. D'ailleurs, Edmunds, Thorpe et Conole (2012), dans une étude impliquant 421 étudiants au collégial, ont trouvé que la fonctionnalité perçue et l'efficacité accrue d'un appareil numérique sont les facteurs dominants qui gouvernent l'adhésion à l'appareil en question. Si l'appareil ne répond pas aux exigences claires des étudiants, l'usage sera contreproductif, ou l'appareil sera carrément ignoré (*ibid*). Enfin, Saade et Kira (2007) ont trouvé que l'anxiété des étudiants universitaires et adultes vis-à-vis les appareils numériques peut avoir une influence modérée sur leur perception de facilité d'usage de l'appareil.

Il est donc possible qu'une manque d'expérience ou une expérience négative avec l'appareil en question puisse influencer l'appréciation de l'usage de l'appareil et ainsi guider l'élève à préférer l'usage d'un manuel conventionnel pour ses activités d'apprentissage. De plus, si un manuel électronique ou autre support technologique est introduit trop brusquement ou sans assez de soutien dans un cours, les chances de succès de l'activité peuvent diminuer.

6. CONFIANCE DES ÉLÈVES

Les résultats des indicateurs de confiance ont révélé plusieurs points de discussion. Le tableau 19 démontrait la corrélation des niveaux de confiance des élèves entre le prétest et le post-test pour chaque thème scientifique. Les résultats révèlent une corrélation entre le niveau de confiance des élèves entre les deux moments pour le thème de l'électromagnétisme. Ceci peut être expliqué par le fait qu'un élève confiant de ses habiletés en magnétisme, qui comprend une seule notion, mais qui se manifeste de différentes manières, le sera tout autant avant ou après une activité d'apprentissage. Par contre, il y a plusieurs composantes électroniques différentes. L'élève confiant de ses connaissances de l'un ne le sera pas nécessairement pour un autre. Il est donc normal de constater que les niveaux de confiance entre les deux moments pour les composantes électroniques ne sont pas corrélés.

Ensuite, le tableau 20 démontre une augmentation significative de confiance des élèves entre le prétest et le post-test pour les deux thèmes scientifiques. Il est en effet attendu qu'un élève soit plus confiant de sa réponse après avoir participé à deux jours d'activités d'apprentissage sur un sujet. Silver et Nickel (2005) rapportent, par exemple, qu'une activité d'apprentissage même brève en ligne a résulté en des augmentations significatives de confiance de leurs 300 étudiants collégiaux entre un prétest et un post-test. Parallèlement, une étude comprenant 108 étudiants collégiaux en biologie a révélé un accroissement significatif de confiance des élèves dans leurs réponses entre un prétest et un post-test après avoir visionné une étude de cas de type multimédia (Volter, Lundeborg, Bergland, Klyczek, Tosado, Toro et White, 2013).

Enfin, les tableaux 21 et 22 révèlent qu'il n'y a aucune différence significative pour les niveaux de confiance des élèves quel que soit le manuel scolaire employé. Le type de manuel, conventionnel ou électronique, ne cause donc pas un accroissement de confiance différent de l'autre. En combinant ce constat à la discussion précédente sur l'acquisition de connaissances, il est apparent que, dans les paramètres de cette étude, le type de manuel scolaire employé n'a pas d'effet significatif ni sur l'acquisition de connaissances, ni sur la confiance des élèves.

Ces résultats se traduisent similairement à ceux rapportés pour l'acquisition de connaissances. D'un côté, l'usage d'un manuel électronique n'a pas significativement augmenté la confiance des élèves entre le pré-test et le post-test quel que soit le thème scientifique. En même temps, le manuel électronique n'a pas nui à leur confiance non plus. Encore une fois, en terme de pratique enseignante, un manuel scolaire électronique peut donc s'avérer un outil de support utile si le contexte d'une activité d'apprentissage le permet.

7. ÉTHIQUE DES RÉSULTATS

L'éthique a été prise en considération lors de l'expérimentation et lors de l'analyse des résultats. Plusieurs mesures ont été mises en place afin de minimiser un possible conflit d'intérêts émanant du fait que le chercheur et l'enseignant des groupes est la même personne. En particulier, le manuel scolaire électronique a été validé par cinq personnes-ressources. Ceci a permis d'assurer que les deux sections du manuel soient comparables, que les savoirs présentés soient véridiques du point de vue scientifique, et, plus important encore, que la possibilité qu'un ou des biais, aussi subtils soient-ils, puissent être identifiés et éliminés. De plus, l'utilisation de questions à choix multiples a permis d'éliminer la subjectivité lors de l'évaluation de la performance des élèves. Enfin, lors de la première journée de l'expérimentation, chaque élève a été attribué, de manière entièrement aléatoire, un numéro qui a servi pour la compilation et l'analyse des données. De cette manière, la documentation remise par chaque élève de l'échantillon est demeurée anonyme tout au cours de l'expérimentation.

Les résultats ont révélé un fait important pour les élèves, vu que les données de la recherche ont aussi servi d'évaluation pour ceux-ci. En moyenne, il y a eu une acquisition significative de connaissances, peu importe le manuel employé lors de l'expérimentation. Cela veut donc indiquer que les élèves ont pu apprendre des concepts scientifiques de manière significative en utilisant un manuel électronique ou un manuel conventionnel. En effet, il n'y a pas eu de différence significative entre l'emploi d'un manuel ou de l'autre. De plus, l'ordre dans lequel les manuels ont été attribués aux élèves au cours des quatre journées de l'étude n'a pas eu un effet significatif sur leurs apprentissages. Donc, il n'y a pas d'inquiétude qu'un groupe d'élèves ait été favorisé par rapport à l'autre.

8. FORCES DE LA RECHERCHE

La recherche présente plusieurs forces. Premièrement, un bon outil de soutien pédagogique a été développé. De plus, cet outil a été validé par des professionnels de l'éducation et en technologie et pourra certainement servir d'exemple dans le développement d'outils similaires dans l'avenir. Deuxièmement, les résultats de la recherche sont relativement fiables compte tenu de la manière aléatoire dont les manuels électroniques et conventionnels ont été distribués aux élèves des deux groupes, ainsi que l'aspect commutation répétition de l'expérimentation qui a permis à tous les élèves d'utiliser les deux manuels. Par le fait même, les commentaires des participants sont particulièrement utiles, vu qu'ils ont tous expérimenté directement avec les deux types d'outils dans les quatre jours précédant l'administration du questionnaire. Enfin, la recherche a porté sur une population étudiante au niveau secondaire, un domaine moins documenté pour les recherches sur des manuels électroniques dans les écrits. Des résultats quant à l'acquisition de connaissances et à l'augmentation de confiance, ont été rapportés. En somme, cette étude vient nuancer l'applicabilité des conclusions de certaines recherches réalisées au primaire ou au collégial.

9. LIMITES ET RECOMMANDATIONS

La recherche comportait deux limites importantes. Par conséquent, deux recommandations sont proposées. Elles sont: accroître le nombre de questions comparables dans le prétest et les post-tests et augmenter la longueur de la situation d'apprentissage et d'évaluation.

En premier lieu, il est recommandé d'accroître de nombre de questions comparables dans le prétest et les post-tests afin d'augmenter potentiellement la variabilité des données. Dans la planification originale du projet, le prétest comportait 8 questions afin qu'il soit comparable en longueur aux deux post-tests. De plus, les 4 questions sur chaque thème dans le prétest permettraient 4 nouvelles questions dans chaque post-test que les élèves n'auraient pas vu auparavant, question d'augmenter l'authenticité de l'évaluation. Cependant, lors de l'analyse des données après l'expérimentation, il a été convenu que, pour des raisons de statistique, il aurait été préférable que toutes les questions des post-tests aient été appariées à ceux dans le prétest. Le

problème qui est survenu était que la moitié des questions des post-tests n'avaient pas de donnée de base pour comparer l'acquisition de connaissances. Pour pallier à la situation, les questions correspondantes ont été comparées statistiquement (voir le tableau 5), et les autres ont servi d'information complémentaire. La recommandation pour une recherche future serait de constituer le prétest d'un maximum de questions traitant des thématiques ciblées et de s'assurer que ces questions soient toutes reprises lors des post-tests. Cela comportera d'abord l'avantage d'accroître le nombre de questions dans l'évaluation. Cet ajustement a pour effet d'augmenter la fiabilité du résultat, selon Burton (2001). De plus, selon Ioannidis (2005), augmenter le nombre de questions à comparer dans une recherche permet une meilleure distribution des résultats. En outre, il affirme qu'une conception de recherche à plus grande échelle peut avoir comme effet qu'une constatation de recherche importante mènera à une probabilité post-test qui serait considérée comme plus définitive (*ibid*). Enfin, dans une étude de sélection de candidats postulant pour un emploi, il a été déterminé que, malgré leur efficacité, des évaluations ayant moins de questions sont plus vulnérables à des erreurs de mesure que des versions plus longues (Kruyer, Emons et Sijtsma, 2012). Donc, il est clair qu'un plus grand nombre de questions dans le prétest qui sont, par le fait même, appariés aux questions des deux post-tests, augmenterait la fiabilité des résultats de recherches futures.

En deuxième lieu, il est recommandé d'accroître la longueur de l'expérimentation de plusieurs jours. La durée de l'exercice a été limitée à quatre journées dans une même semaine afin de réduire la possibilité que des facteurs externes puissent influencer les résultats (discussion entre les élèves le soir à propos de l'activité, contamination des groupes si des membres de l'un divulguent des questions à l'autre, recherche d'information supplémentaire, etc). Cependant, le temps restreint ne permet pas une étude approfondie de la matière ni une révision substantielle des concepts. De plus, comme suggérée lors de la validation, une période plus longue permettrait d'ajouter des hyperliens et ressources externes au manuel électronique, ce qui maximiserait le potentiel de ses capacités. D'ailleurs, Kosnik, Beck, Cleovoulou et Fletcher (2009) recensent un manque significatif de recherche longitudinale dans les écrits pour l'amélioration des pratiques en éducation. En outre, il serait pertinent d'évaluer un plus grand nombre de concepts sur une période plus longue afin de déterminer si une exposition accrue au manuel électronique aurait un effet sur l'acquisition des connaissances des élèves, ou si, comme

soulevées par les élèves de l'échantillon, les distractions de ce médium auraient un effet plus significatif sur leurs apprentissages. Enfin, connaître l'effet de l'usage de plusieurs manuels électroniques portant sur plusieurs thématiques serait une piste intéressante à suivre.

Pour conclure, la discussion des résultats de la recherche a porté sur la validation du manuel électronique, sur l'acquisition de connaissances, sur les distractions, sur la motivation, sur les difficultés technologiques, sur la confiance et enfin sur l'éthique, les forces et les limites de la recherche. Mon opinion personnelle quant aux manuels scolaires électroniques interactifs a beaucoup cheminé tout au long de ce processus. Au début, je me trouvais très positif et optimiste quant aux possibilités presque illimitées que présentaient les tablettes numériques, et par extension, les manuels scolaires électroniques interactifs en éducation. À la lumière de cette démarche, cet enthousiasme n'a pas disparu, mais elle est maintenant plus nuancée. Des résultats escomptés d'acquisition de connaissances ou de confiance plus significatives avec le manuel électronique n'ont pas eu lieu. Cependant, les commentaires sur la motivation et la satisfaction des élèves par rapport à cet outil suggèrent un avenir prometteur si les distractions et les difficultés techniques peuvent être réduites. Pour ma pratique enseignante, il est clair que le temps nécessaire pour développer un manuel scolaire électronique interactif pour chaque thème scientifique de mes cours n'en vaut pas la peine. En même temps, l'usage de tablettes numériques dans mes cours de science et technologie pour des activités d'apprentissage courtes, spécifiques, balisées et ciblées continuera et même s'accroîtra. Dans ce contexte, les effets positifs sur la motivation et l'engagement actif des élèves pour découvrir des concepts scientifiques sont trop importants pour être ignorés.

CONCLUSION

En conclusion, cette recherche a porté sur la comparaison de l'usage d'un manuel scolaire électronique à un manuel scolaire conventionnel pour l'acquisition de connaissances scientifiques chez des élèves de deuxième cycle du secondaire. L'usage de plus en plus fréquent des tablettes numériques depuis leur introduction en 2010 et la présence de celles-ci dans les salles de cours du secondaire forme le fondement de ce questionnement. Deux chapitres d'un manuel scolaire électronique avec fonctions interactives basés sur un manuel scolaire traditionnel ont été rédigés et validés. L'expérimentation du manuel électrique a eu lieu en février 2014 avec 47 élèves de 4^e secondaire subdivisés en deux groupes. Une étude de type commutation répétition avec un prétest et deux post-tests a permis de comparer l'acquisition de connaissances scientifiques pour les deux outils pédagogiques. Les résultats suggèrent qu'il n'y a pas de différence significative entre l'usage d'un manuel scolaire électronique ou d'un manuel scolaire conventionnel pour l'acquisition de connaissances scientifiques. Aussi, une augmentation significative de confiance est rapportée quel que soit le manuel utilisé. Les participants éprouvant moins de difficultés avec l'usage d'une tablette électronique ont été plus adaptés à préférer l'usage du manuel scolaire électronique et vice-versa. Les participants en général ont trouvé le manuel scolaire électronique plus motivant que le manuel scolaire conventionnel. Toutefois, ils expriment des réserves quant aux distractions qui résultent de l'usage de celui-ci ainsi que l'effet possible sur leur performance académique. Des recommandations ont été faites pour des recherches ultérieures dans ce domaine éducatif en émergence.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adams, T. (2004). *Textbook weight in California: Data and analysis*. Sacramento: California Department of Education. Document téléaccessible à l'adresse <<http://www2.cde.ca.gov/be/ag/ag/may04item21.pdf>>.
- Alivernini, F. et Lucidi, F. (2011). Relationship between Social Context, Self-Efficacy, Motivation, Academic Achievement, and Intention to Drop Out of High School: A Longitudinal Study. *Journal Of Educational Research*, 104(4), 241-252.
- Alvarez, C., Brown, C. et Nussbaum, M. (2014). Comparative study of netbooks and tablet PCs for fostering face-to-face collaborative learning (English). *Computers In Human Behavior*, 27(2), 834-844.
- American Optometrist Association (2013). Computer vision syndrome. *American Optometrist Association*. Site téléaccessible à l'adresse <<http://www.aoa.org/x5253.xml>>. Consulté le 18 décembre 2014.
- Apple. (2012). *Apple education - ibooks textbooks for ipad*. Site téléaccessible à l'adresse <<http://www.apple.com/education/ibooks-textbooks>>. Consulté le 18 décembre 2014.
- Bennett, S., Maton, K. et Kervin, L. (2008). The 'digital natives' debate: a critical review of the evidence. *British Journal of Educational Technology*, 39(5), 775-786.
- Bookry. (2013). *Create amazing multi-touch books*. Site téléaccessible à l'adresse <<https://bookry.com/>>. Consulté le 18 décembre 2014.
- Boyle, E. A., Rosenberg, M. S., Connelly, V. J., Washburn, S. G., Brinckerhoff, L. C. et Banerjee, M. (2003). Effects of Audio Texts on the Acquisition of Secondary-Level Content by Students with Mild Disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 26(3), 203-14.
- Breton, P. (2013, 01 mai). Vaste étude sur l'ipad en classe: ni rose ni noir. *La Presse*. Document téléaccessible à l'adresse <<http://www.lapresse.ca/actualites/education/201304/30/01-4646210-vaste-etude-sur-lipad-en-classe-ni-rose-ni-noir.php>>.
- Broadie, R. (2003). Measuring impacts and benefits of ICT-for-learning. *Computer Education*, 105(1), 3-8.

- Bruttomesso, D., Gagnayre, R., Leclercq, D., Crazzolara, D., Busata, E., d'Ivernois, J.-F., Casiglia, E., Tiengo, A. et Baritussio, A. (2003). The use of degrees of certainty to evaluate knowledge. *Patient Education and Counseling*, 51(1), 29-37.
- Burton, R. F. (2001). Quantifying the Effects of Chance in Multiple Choice and True/False Tests: question selection and guessing of answers. *Assessment & Evaluation In Higher Education*, 26(1), 41-50.
- Cabin, P. (1999). Compétences et organisations. *Les organisations*. Paris: Éditions sciences humaines.
- Callison, D. (2003). Textbook. *School Library Media Activities Monthly*, 19(8), 31-35,40.
- Carignan, I., et Grenon, V. (2012). Le degré de compréhension d'élèves de 3e secondaire sur trois formes de documents de type argumentatif. *Revue canadienne de l'éducation*, 35(1), 35-55.
- Carr, N. (2010, 24 mai). The web shatters focus, rewires brains. *Wired Magazine*. Site téléaccessible à l'adresse <http://www.wired.com/magazine/2010/05/ff_nicholas_carr/>. Consulté le 18 décembre 2014.
- Carter, J. (2012, 19 oct). Teaching with tablets: Will children be using electronic textbooks to learn? *IT Pro Portal*. Site téléaccessible à l'adresse <<http://www.itproportal.com/2012/10/19/teaching-with-tablets-will-our-children-be-using-electronic-textbooks-to-learn/>>. Consulté le 18 août 2014.
- Cefrio. (2013). L'informatisation du Québec en 2012. *NETendances*, 3(7), Document téléaccessible à l'adresse <<http://www.cefrio.qc.ca/media/uploader/NETendances7MR.pdf>>.
- Chandler, S. B. (2001). *Comparing the legibility and comprehension of type size, font selection and rendering technology of onscreen type*. Thèse de doctorat en curriculum et instruction, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg.
- Chesser, W. D. (2011). Chapter 5: The E-textbook Revolution. *Library Technology Reports*, 47(8), 28-40.
- Chumley-Jones, H. S., Dobbie, A. et Alford, C. L. (2002). Web-based learning: Sound educational method or hype? A review of the evaluation literature. *Academic Medicine*, 77(10), S86-S93.
- Crichton, S., Stuewe, N., Pegler, K. et White, D. (2011). Personal Devices in Public Settings: Lessons Learned From an iPod Touch / iPad Project. *Proceedings Of The International Conference On E-Learning*, 77-83.

- Cross, K. (2010, 11 septembre). Ipad replaces uni textbooks at university of adelaide science faculty. *The Advertiser*. Site téléaccessible à l'adresse <<http://www.adelaidenow.com.au/technology/ipad-replaces-uni-textbooks-at-university-of-adelaide-science-faculty/story-fn5jyv6y-1225918213032>>. Consulté le 18 décembre 2014.
- Cyr, M., Forget, D. et Verreault, J. (2008). *Observatoire l'environnement*. Éditions du nouveau pédagogique.
- Dallas, M. E. (2012, 28 août). Overloaded backpacks can injure kids: Experts. *Ciencias Medical News*. Document téléaccessible à l'adresse <<http://elbiruniblogspotcom.blogspot.ca/2012/08/overloaded-backpacks-can-injure-kids.html>>.
- Dimitrov, D. et Rumrill, P. (2003). Pretest-posttest designs and measurement of change. *IOS Press*, 20(2003), 159-165.
- Dori, Y., Hult, E., Breslow, L. et Belcher, J. W. (2007). How Much Have They Retained? Making Unseen Concepts Seen in a Freshman Electromagnetism Course at MIT. *Journal Of Science Education & Technology*, 16(4), 299-323.
- Edmunds, R., Thorpe, M. et Conole, G. (2012). Student Attitudes towards and Use of ICT in Course Study, Work and Social Activity: A Technology Acceptance Model Approach. *British Journal Of Educational Technology*, 43(1), 71-84.
- Engel-Unruh, M. (2010). ReKindling an Interest in Reading with At-Risk Students. *Library Media Connection*, 29(3), 54-56.
- Federal Communications Commission. (2012). *Digital textbook playbook*. Washington: Federal Communications Commission. Site téléaccessible à l'adresse <<http://www.fcc.gov/encyclopedia/digital-textbook-playbook>>. Consulté le 18 décembre 2014.
- Foote, C. (2012). Learning Together: The Evolution of a 1:1 iPad Program. *Internet@Schools*, 19(1), 14-18.
- Fortin, M.F. et Gagnon, J. (2010). *Fondements et étapes du processus de recherche. Méthodes quantitatives et qualitatives* (2e éd). Montréal: Chenelière Éducation.
- Franklin, T. (2011). Mobile Learning: At the Tipping Point. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(4), 261-275.
- Fried, C. B. (2008). In-class laptop use and its effects on student learning. *Computers & Education*, 50(3), 906-914.

- GameDesk. (2013). Motion Math In-Class. *GameDesk.org*. Site téléaccessible à l'adresse <<http://gamedesk.org/project/motion-math-in-class/>>. Consulté le 18 décembre 2014.
- Gasser, U. et Palfrey, J. (2009). Mastering multitasking. *Association for Supervision and Curriculum Development*. Document téléaccessible à l'adresse <<http://cf.linnbenton.edu/wed/dev/hakek/upload/mutlil.pdf>>.
- Gillis, V. et MacDougall, G. (2007). Reading to Learn Science as an Active Process. *Science Teacher*, 74(5), 45-50.
- Goleman, D. et Norris, G. (2010, 4 avril). How green is my ipad?. *New York Times*. Document téléaccessible à l'adresse <http://www.nytimes.com/interactive/2010/04/04/opinion/04opchart.html?_r=0>.
- Gong, Z. et Wallace, J. D. (2012). A comparative analysis of iPad and other M-learning technologies: Exploring students' view of adoption, potentials, and challenges. *Multiple Literacies in the Technical Editing Classroom: An Approach to Teaching*, 13(2), 2.
- Gouvernement du Québec (2000). *Éducation et nouvelles technologies : pour une intégration réussie dans l'enseignement et l'apprentissage*. Québec: Conseil supérieur de l'éducation
- Gouvernement du Québec. (2007a). *Guide d'information, intégration linguistique, scolaire et sociale, enseignement secondaire*. Québec : Ministère de l'éducation du loisir et du sport.
- Gouvernement du Québec. (2007b). *Programme de formation de l'école québécoise, enseignement secondaire, deuxième cycle, chapitre 6, applications technologiques et scientifiques*. Québec : Ministère de l'éducation du loisir et du sport.
- Gouvernement du Québec (2012). *École 2.0 La classe branchée. Balises pour guider le choix d'une ressource didactique numérique. Mesure budgétaire 50680: 2012-2013*. Québec: ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport.
- Gouvernement du Quebec (2013). *Progression des apprentissages au secondaire, Science et technologie, Parcours de formation générale appliquée*. Québec : Ministère de l'éducation, du loisir et du sport.
- Government of Alabama (2012). *Alabama Ahead Act. Act of the Legislature of Alabama*. Montgomery: Legislature of Alabama.
- Government of Alberta (2012). *ipads: What are we learning? summary report of provincial data gathering day, october 3, 2011*. Edmonton : Department of Education. Document téléaccessible à l'adresse <<http://education.alberta.ca/media/6684652/ipad%20report%20-%20final%20version%202012-03-20.pdf>>.

- Gurung, R. et Landrum, R. E. (2012). Comparing student perceptions of textbooks: Does liking influence learning?. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 24(2), 144-150.
- Hambrick, D. (2003). Why are some people more knowledgeable than others? a longitudinal study of knowledge acquisition. *Memory & Cognition*, 31(6), 902-917.
- Hardre, P. L. et Reeve, J. (2003). A Motivational Model of Rural Students' Intentions To Persist In, versus Drop Out Of, High School. *Journal Of Educational Psychology*, 95(2), 347-56.
- Hasni, A., Moresoli, C., Samson, G. et Owen, M. (2009). Points de vue d'enseignants de sciences au premier cycle du secondaire sur les manuels scolaires dans le contexte de l'implantation des nouveaux programmes au Québec. *Revue des sciences de l'éducation*, 35(2), 85-105.
- Hensler, H. (2008). *La collecte des données dans le cadre d'une recherche-action en enseignement, notes de cours soumises aux étudiants inscrits à l'activité int 400*. Manuscrit non publié, Faculté d'éducation, Université de Sherbrooke.
- Houghton Mifflin Harcourt (2013). HMH Fuse Algebra 1 : Results of a yearlong algebra pilot in Riverside, CA. Document téléaccessible à l'adresse <<http://www.rcoe.us/educational-services/files/2013/09/hmh-fuse-riverside-whitepaper.pdf>>.
- Indvik, L. (2012, 17 juin). Ebook sales surpass hardcover for first time in U.S. *Mashable*. Site téléaccessible à l'adresse <<http://mashable.com/2012/06/17/ebook-hardcover-sales/>>. Consulté le 18 décembre 2014.
- Ioannidis, J. P. (2005). Why most published research findings are false. *PLoS medicine*, 2(8), e124.
- Islam, C. (2008). Incorporating Electronic Books into a Graduate Reading Methods Class: Improving the Comprehension of Students in Grades K-12. *Kentucky Journal Of Excellence In College Teaching & Learning*, 631-43.
- Itzkovitch, A. (2012, 12 avril). Interactive ebook apps: The reinvention of reading and interactivity. *UX Magazine*, 816. Site téléaccessible à l'adresse <<http://uxmag.com/articles/interactive-ebook-apps-the-reinvention-of-reading-and-interactivity>>. Consulté le 18 décembre 2014.
- John, P. et Sutherland, R. (2004). Teaching and learning with ICT: new technology, new pedagogy? *Education, Communication & Information*, 4(1), 101-107.
- Johns, R. (2010). *Likert items and scales*. Colchester: UK Data Archive. Survey Question Bank Methods Fact Sheet 1.

- Karamoozian, F. M., et Riazi, A. (2008). Development of a New Checklist for Evaluating Reading Comprehension Textbooks. *Online Submission*, 7.
- Karsenti, T. et Fievez, A. (2013). *L'iPad à l'école: usages, avantages et défis : résultats d'une enquête auprès de 6057 élèves et 302 enseignants du Québec (Canada)*. Montréal, QC : CRIFPE.
- Kerawalla, L., O'Connor, J., Underwood, J., duBoulay, B., Holmberg, J., Luckin, R., Smith, H. et Tunley, H. (2007). Exploring the Potential of the Homework System and Tablet PCs to Support Continuity of Numeracy Practices between Home and Primary School. *Educational Media International*, 44(4), 289-303.
- Kinash, S., Brand, J., et Mathew, T. (2012). Challenging Mobile Learning Discourse through Research: Student Perceptions of "Blackboard Mobile Learn" and "iPads". *Australasian Journal Of Educational Technology*, 28(4), 639-655.
- Kolderie, T. et McDonald, T. (2009, juillet). How Information Technology Can Enable 21st Century Schools. *Information Technology And Innovation Foundation*. Document téléaccessible à l'adresse <<http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED506566.pdf>>.
- Kosnik, C., Beck, C., Cleovoulou, Y. et Fletcher, T. (2009). Improving Teacher Education through Longitudinal Research: How Studying Our Graduates Led Us to Give Priority to Program Planning and Vision for Teaching. *Studying Teacher Education*, 5(2), 163-175.
- Kruyen, P. M., Emons, W. M. et Sijtsma, K. (2012). Test Length and Decision Quality in Personnel Selection: When Is Short Too Short?. *International Journal Of Testing*, 12(4), 321-344.
- Lam, P., Lam, S., Lam, J. et McNaught, C. (2009). Usability and Usefulness of eBooks on PPCs: How Students' Opinions Vary over Time. *Australasian Journal Of Educational Technology*, 25(1), 30-44.
- Lebrun, J., Lenoir, Y. et Desjardins, J. (2004). Le manuel scolaire réformé ou le danger de l'illusion du changement: analyse de l'évolution des critères d'évaluation des manuels scolaires de l'enseignement primaire entre 1979 et 2001. *Revue des sciences de l'éducation*, 30(3), 509-533.
- Lebrun, M., Lacelle, N. et Boutin, J. (2012). La littératie médiatique multimodale. *Presses de l'Université du Québec*.
- Lebrun, J. et Niclot, D. (2009). Les manuels scolaires : réformes curriculaires, développement professionnel et apprentissages des élèves. *Revue des sciences de l'éducation*, 35(2), 7-14.

- Lee, I. (2007). What can we learn from 's' elementary school? wireless laptop computers in regular classroom activities. Dans T. Hiroshima (Ed.), *Supporting Learning Flow through integrative technologies*. IOS Press, 139-146.
- Legendre, R. (1993). *Dictionnaire actuel de l'éducation* (2e édition). Montréal. Guérin.
- Lemay, R. (2010, 28 mai). Victorian premier buys 500 ipads for schools. *Delimiter*. Site téléaccessible à l'adresse <<http://delimiter.com.au/2010/05/28/victorian-premier-buys-500-ipads-for-schools/>>. Consulté le 18 décembre 2014.
- Lemken, B. (1999). *Ebook - the missing link between paper and screen*. University of Bonn. Document téléaccessible à l'adresse <<http://wenku.baidu.com/view/9e154063ddccda38376baf3f.html>>.
- Lin, I. (2009). Psychophysiological patterns during cell phone text messaging: A preliminary study. *Applied Psychophysiological Biofeedback*, Document téléaccessible à l'adresse <<http://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10484-009-9078-1.pdf>>.
- Lundeberg, M. A., Fox, P. et Puncochar, J. (1994). Highly Confident but Wrong: Gender Differences and Similarities in Confidence Judgments. *Journal Of Educational Psychology*, 86(1), 114-21.
- Manuguerra, M. et Petocz, P. (2011). Promoting Student Engagement by Integrating New Technology into Tertiary Education: The Role of the iPad. *Asian Social Science*, 7(11), 61-65.
- Marczak, M. (2013). Selecting an E-(Text)book: Evaluation Criteria. *Teaching English with Technology*, 13(1), 29-41.
- Martinez-Estrada, P., et Conaway, R. N. (2012). EBooks: The Next Step in Educational Innovation. *Business Communication Quarterly*, 75(2), 125-135.
- Martinez, M. et Schilling, S. (2010). Using technology to engage and educate youth. *New Directions For Youth Development*, 2010(127), 51-61.
- McKenzie, D. (2009). Ebooks and 21st-Century Learning. *Multimedia & Internet@Schools*, 16(1), 27-28.
- Metz, R. (2012, 21 novembre). Tablet makers pursue public schools. *Technology Review*. Site téléaccessible à l'adresse <<http://www.technologyreview.com/news/506321/tablet-makers-pursue-public-schools/>>. Consulté le 18 décembre 2014.
- Murray, M., et Perez, J. (2011). E-Textbooks Are Coming: Are We Ready? *Issues In Informing Science & Information Technology*, 849-60.

- Noyes, J. M. et Garland, K. J. (2008). Computer- vs. paper-based tasks: Are they equivalent?. *Ergonomics*, 51(9), 1352-1375.
- Office québécois de la langue française. (2001). *Grand dictionnaire terminologique, Fiche terminologique: manuel scolaire électronique*. Site téléaccessible à l'adresse <www.gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=8367168>. Consulté le 18 décembre 2014.
- Office québécois de la langue française. (2004). *Grand dictionnaire terminologique, Fiche terminologique: manuel scolaire*. Site téléaccessible à l'adresse <http://www.gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=2068918>. Consulté le 18 décembre 2014.
- Organisation for Economic Cooperation and Development (2004). Student Learning: Attitudes, Engagement and Strategies. Learning for Tomorrow's World – First Results from PISA 2003. *OECD Publishing*.
- Organisation for Economic Cooperation and Development (2012). Are Boys and Girls Ready for the Digital Age? PISA in Focus. No. 12. *OECD Publishing*.
- Paillé, P. (2007). La méthodologie de recherche dans un contexte de recherche professionnalisante : douze devis méthodologiques exemplaires. *Recherches qualitatives*, 27(2), 133-151.
- Podsakoff, P., MacKenzie, S. et Lee, J. (2003). Common Method Biases in Behavioral Research: A Critical Review of the Literature and Recommended Remedies. *Journal of Applied Psychology*, 88(5), 879-903.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon*, MCB University Press, 9(5), 1-6.
- Rata, E. (2012). The politics of knowledge in education. *British Educational Research Journal*, 38(1), 103-124.
- Ridout, V., Foehrer, U. et Roberts, D. (2010). Generation M2 : Media in the Lives of 8- to 18-Year-Olds. *Kaiser family foundation*. Document téléaccessible à l'adresse <<http://www.kff.org/entmedia/8010.cfm>>.
- Rinehart, D. L. (2012). *Using mobile phones in the classroom: Can the phones increase content learning*. Mémoire de maîtrise en éducation, California State University, Long Beach.
- Robb, M. (2010). New Ways of Reading: The Impact of an Interactive Book on Young Children's Story Comprehension and Parent-Child Dialogic Reading Behaviors. *ProQuest LLC*.

- Rockinson-Szapkiw, A. J., Courduff, J., Carter, K., et Bennett, D. (2013). Electronic versus Traditional Print Textbooks: A Comparison Study on the Influence of University Students' Learning. *Computers & Education*, 63(1), 259-266.
- Rogerson, C., et Scott, E. (2010). The Fear Factor: How It Affects Students Learning to Program in a Tertiary Environment. *Journal Of Information Technology Education*, 9(1), 147-171.
- Rossing, J. P., Miller, W. M., Cecil, A. K., et Stamper, S. E. (2012). iLearning: The Future of Higher Education? Student Perceptions on Learning with Mobile Tablets. *Journal Of The Scholarship Of Teaching And Learning*, 12(2), 1-26.
- Saade, R. G. et Kira, D. (2007). Mediating the Impact of Technology Usage on Perceived Ease of Use by Anxiety. *Computers & Education*, 49(4), 1189-1204.
- Schmoker, M. (2011). *Focus: Elevating the essentials to radically improve student learning*. Alexandria (VA): ASCD Publications. Document téléaccessible à l'adresse <http://npu.edu.ua!/e-book/book/djvu/A/iif_kgpm_Schmoker_Focus.pdf>.
- Schuetze, C. (2011, 23 novembre). Textbooks finally take a big leap to digital. *New York Times*. Document téléaccessible à l'adresse <<http://www.nytimes.com/2011/11/24/world/americas/schoolwork-gets-swept-up-in-rush-to-go-digital.html?pagewanted=all>>.
- Shauffhauser, D. (2012, 1 avril). The price is right? *Campus Technology*. Document téléaccessible à l'adresse <<http://campustechnology.com/articles/2012/04/01/the-price-is-right.aspx>>.
- Sheppard, D. (2011). Reading with iPads—the difference makes a difference. *Education Today*, 11(3), 12-15.
- Silver, S. L. et Nickel, L. T. (2005). Are Online Tutorials Effective? A Comparison of Online and Classroom Library Instruction Methods. *Research Strategies*, 20(4), 389-396.
- Sloan, R. H. (2013). Using an eTextbook and iPad: Results of a Pilot Program. *Journal Of Educational Technology Systems*, 41(1), 87-104.
- Smith, E. E. (2012). The Digital Native Debate in Higher Education: A Comparative Analysis of Recent Literature. *Canadian Journal Of Learning And Technology*, 38(3), 1-18.
- Southward, J. (2012, 24 janvier). A textbook solution. *The Sydney Morning Herald*. Document téléaccessible à l'adresse <<http://www.smh.com.au/lifestyle/back-to-school/a-textbook-solution-20120124-1qf53.html>>.

- State Government Victoria (2013). iPads for Learning. Melbourne: Department of Education and Early Childhood Development. Site téléaccessible à l'adresse <<http://www.ipadsforeducation.vic.edu.au/>>. Consulté le 18 décembre 2014.
- Stewart, S. M. (2012). *Reading in a technological world: Comparing the iPad to print*. Thèse de doctorat en éducation, Bowling Green State University, Ohio.
- Stone, M. (2014). *Own Your Education!: A Student's Guide to Greater Success in School (and Life)*. Pearson Education.
- Talbot, D. (2012, 29 octobre). *Given tablets but no teachers, ethiopian children teach themselves*. Technology Review. Site téléaccessible à l'adresse <<http://www.technologyreview.com/news/506466/given-tablets-but-no-teachers-ethiopian-children-teach-themselves/>>. Consulté le 18 décembre 2014.
- Tavakoli, E. et Kheirzadeh, S. (2011). The Effect of Font Size on Reading Comprehension Skills: Scanning for Key Words and Reading for General Idea. *Theory and Practice in Language Studies*, 1(7), 915-919.
- Tenopir, C., Baker, G. et Grogg, J. E. (2008). Information with a Twist. *Library Journal*, 133(9), 38-42.
- Therrien, Y. (2012, 12 avril). Le livre numérique se taille une place. *Le Soleil*. Document téléaccessible à l'adresse <<http://www.lapresse.ca/le-soleil/affaires/techno/201204/12/01-4514815-le-livre-numerique-se-taille-une-place.php>>.
- Thomas, M. (2011). *Deconstructing Digital Natives: Young People, Technology, and the New Literacies*. Routledge, Taylor & Francis Group.
- Tomassini, J. (2012). Educators Weigh E-Textbook Cost Comparisons. *Education Week*, 31(30), 1-19.
- Tomlinson, B. (2012). Materials Development for Language Learning and Teaching. *Language Teaching*, 45(2), 143-179.
- Trochim, W. (2006). Other Quasi-Experimental Designs. *Social Research Methods*. Document téléaccessible à l'adresse <<http://www.socialresearchmethods.net/kb/quasioth.php>>.
- U.S. Bureau of Labor Statistics. (2012). *Occupational outlook handbook*. Washington: United States Department of Labor. Site téléaccessible à l'adresse <<http://www.bls.gov/ooh/>>. Consulté le 18 décembre 2014.
- Whitehouse, J. (2013). The Advantages of Textbooks. *Ehow Education K-12*. Document téléaccessible à l'adresse <http://www.ehow.com/info_8002510_advantages-textbooks.html>.

- Wilson, R. et Landoni, M. (2001). Evaluating electronic textbooks: a methodology. Research and advanced technology for digital libraries: 5th European conference, ECDL 2001, Darmstadt, Allemagne.
- Wolter, B. K., Lundeberg, M. A., Bergland, M., Klyczek, K., Tosado, R., Toro, A., et White, C. D. (2013). Student Performance in a Multimedia Case-Study Environment. *Journal Of Science Education And Technology*, 22(2), 215-225.
- Zickuhr, K., Rainie, L., Purcell, K., Madden, M. et Brenner, J. (2012, 23 octobre). *Younger Americans' Reading and Library Habits*. Pew Internet. Site téléaccessible à l'adresse <<http://libraries.pewinternet.org/2012/10/23/younger-americans-reading-and-library-habits/>>. Consulté le 18 décembre 2014.

ANNEXE A

QUESTIONNAIRE DE VALIDATION

Electronic Textbook Validation Survey

Please respond to the following statements by checking the box that best represents your opinion after having read the electronic textbook.

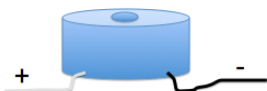
Category 1: Layout and Design	Completely Agree	Somewhat Agree	Somewhat Disagree	Completely Disagree
The cover is informative and clearly shows the topic and content of the book.				
The layout is clearly defined in sections and is user-friendly.				
The table of contents is easy to access and provides an introduction to the content and layout.				
The sections of content are labelled clearly through page numbering or another system.				
The interface features navigation clues that make particular elements of the content accessible.				
The fonts of text can be changed to allow the reader to adapt the textbook to their individual needs.				
The content is indexed so that necessary details (e.g. names, terminology) can be easily accessed.				
The layout is as easy to follow as a conventional textbook.				
Comments on Layout and Design				

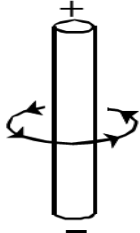
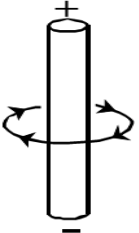
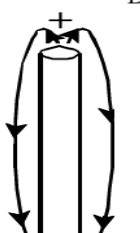
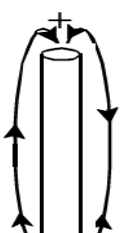
Category 2: Content and Functionalities	Completely Agree	Somewhat Agree	Somewhat Disagree	Completely Disagree
The content is delivered in manageable chunks, given the functionality of the iPad.				
The content is scientifically accurate and provides a good basis for student learning.				
Multimedia and hyperlinks are part of the book and related elements are hyperlinked.				
Multimedia and hyperlinks enhance the content and constitute added value.				
The search tool permits the reader to take a variety of search routes and a range of search queries.				
Bookmarking and annotation tools are available, and the reader can customize the book to his/her liking.				
The content is supplemented with extra online materials (e.g. multimedia or companion websites).				
The content and functionalities are better suited for student learning than a conventional textbook.				
Comments on Content and Functionalities				

Additional Comments Please provide any additional comments you feel would be of benefit to this study.

ANNEXE B

PRÉTEST DE CONNAISSANCES

<p><u>Question 1</u></p> <p>A Piezo-electric buzzer is a component that is placed in an electronic circuit. When an electric current passes through it, a crystal begins to vibrate, making a very distinctive noise.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Of the following, which is NOT a form of energy involved in this transformation?</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Electrical b) Mechanical c) Magnetic d) Sound 	<p>Answer: _____</p> <p>Degree of certainty of your answer:</p> <p><input type="checkbox"/> Completely sure</p> <p><input type="checkbox"/> Very sure</p> <p><input type="checkbox"/> Somewhat sure</p> <p><input type="checkbox"/> Somewhat unsure</p> <p><input type="checkbox"/> Very unsure</p> <p><input type="checkbox"/> Completely unsure</p>
<p><u>Question 2</u></p> <p>An electric kettle is filled with water, plugged into an outlet and turned on.</p> <p>Which of the following statements is TRUE?</p> <ul style="list-style-type: none"> a) All of the electrical energy is transformed into thermal energy and goes into the water and the surroundings. b) All of the electrical energy is transformed into thermal energy and is used to heat up the water only. c) Some of the electrical energy is transferred into the water; the rest is transferred into the surroundings. d) Some of the electrical energy is transferred into the water; the rest is transformed into thermal energy and goes into the surroundings. 	<p>Answer: _____</p> <p>Degree of certainty of your answer:</p> <p><input type="checkbox"/> Completely sure</p> <p><input type="checkbox"/> Very sure</p> <p><input type="checkbox"/> Somewhat sure</p> <p><input type="checkbox"/> Somewhat unsure</p> <p><input type="checkbox"/> Very unsure</p> <p><input type="checkbox"/> Completely unsure</p>
<p><u>Question 3</u></p> <p>An electric current flows through a straight wire and produces a magnetic field. Which of the following diagrams correctly represents this magnetic field?</p>	<p>Answer: _____</p> <p>Degree of certainty of your answer:</p>

A)		B)		C)		D)		<input type="checkbox"/> Completely sure <input type="checkbox"/> Very sure <input type="checkbox"/> Somewhat sure <input type="checkbox"/> Somewhat unsure <input type="checkbox"/> Very unsure <input type="checkbox"/> Completely unsure
----	---	----	---	----	---	----	---	--

Question 4

Which of the following symbols is the correct one for a diode?

a)



b)



c)



d)



Answer: _____

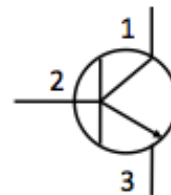
Degree of certainty of your answer:

- ☐ Completely sure
☐ Very sure
☐ Somewhat sure
☐ Somewhat unsure
☐ Very unsure
☐ Completely unsure

Question 5

The image on the right is the symbol for a transistor, with the numbers 1, 2 and 3 at each terminal.

Which of the following correctly associates each number with its corresponding terminal name?



a) 1. Collector
2. Emitter
3. Base

b) 1. Base
2. Emitter
3. Collector

c) 1. Base
2. Collector
3. Emitter

d) 1. Collector
2. Base
3. Emitter

Answer: _____

Degree of certainty of your answer:

- ☐ Completely sure
☐ Very sure
☐ Somewhat sure
☐ Somewhat unsure
☐ Very unsure
☐ Completely unsure

Question 6

A current-bearing straight wire can produce a magnetic field. A student would like to increase the intensity of the magnetic field. He proposes four ways to do this:

1. Increase the current intensity in the wire
2. Remove the insulation around the wire
3. Increase the thickness (diameter) of the wire
4. Increase the length of the wire

Which two methods will allow him to increase the intensity of the magnetic field in the straight wire?

- a) 1 and 3
- b) 1 and 4
- c) 2 and 3
- d) 2 and 4

Answer: _____

Degree of certainty of your answer:

- ☐ Completely sure
☐ Very sure
☐ Somewhat sure
☐ Somewhat unsure
☐ Very unsure
☐ Completely unsure

Question 7

A compass is placed in the magnetic field of a bar magnet, as shown in the following illustration.



Which of the following best represents the position of the needle of the compass?

a)



b)



c)



d)



Answer: _____

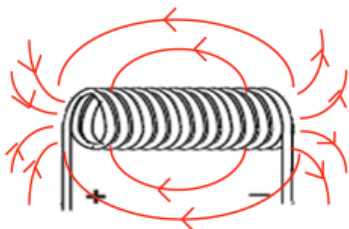
Degree of certainty of your answer:

- ☐ Completely sure
☐ Very sure
☐ Somewhat sure
☐ Somewhat unsure
☐ Very unsure
☐ Completely unsure

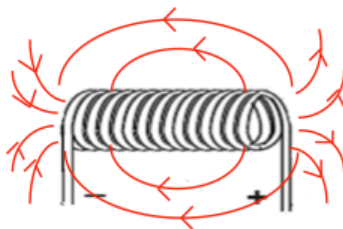
Question 8

Observe the following four current-bearing solenoids.

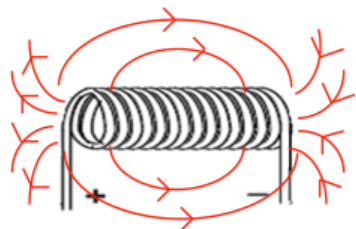
1.



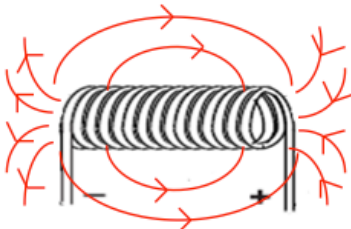
2.



3.



4.



Which two of the configurations demonstrate the correct magnetic field lines for the solenoid?

- a) 1 and 3
- b) 1 and 4
- c) 2 and 3
- d) 2 and 4

Answer: _____

Degree of certainty of your answer:

- ☐ Completely sure
- ☐ Very sure
- ☐ Somewhat sure
- ☐ Somewhat unsure
- ☐ Very unsure
- ☐ Completely unsure

ANNEXE C

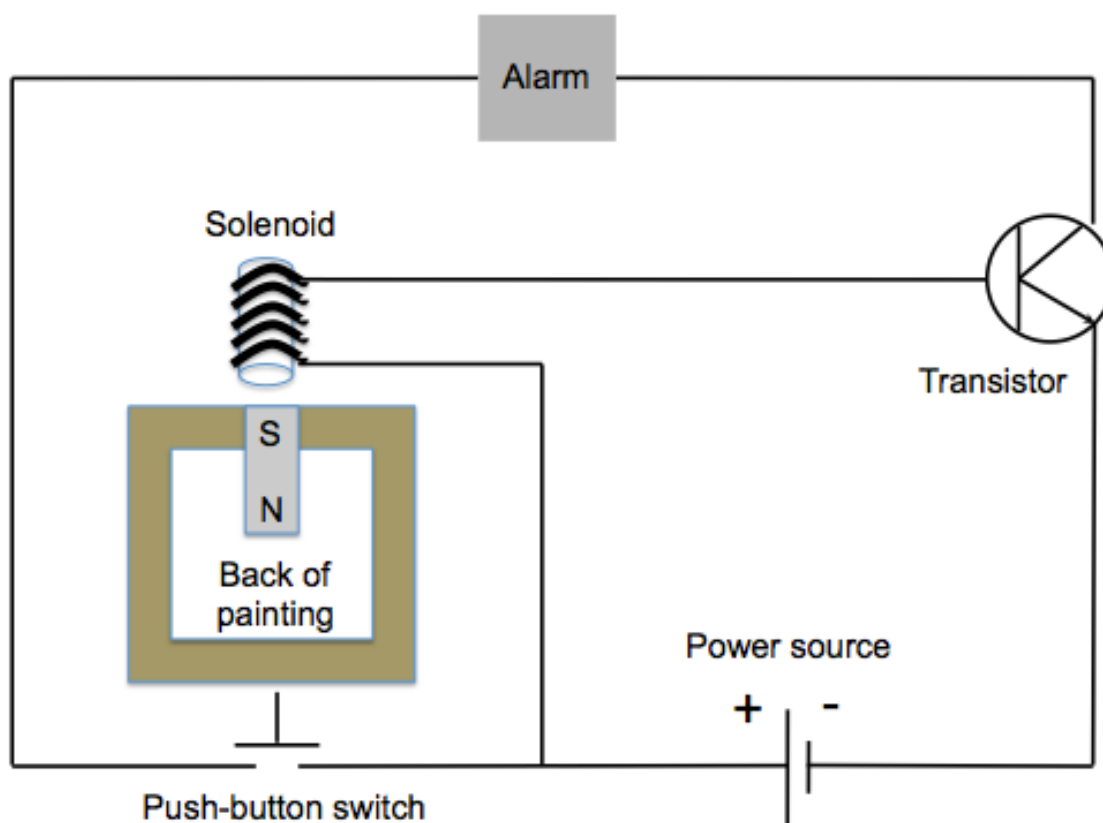
GUIDE DE L'ÉLÈVE

Context of the Situation

An art enthusiast has developed an innovative system to protect his favourite paintings.

A power source helps keep a painting in place using the magnetic attraction between a bar magnet and a solenoid. If an intruder pulls the art down, the painting will push a switch that activates an alarm.

The system is illustrated in the schematic diagram below.



The Problems

The art enthusiast has encountered two (2) problems:

1. He does not know how to ensure that the solenoid will attract the bar magnet using electromagnetism.

2. He needs to find an appropriate electronic device for the alarm, and make sure that it works properly.

Over the next four days, you will complete two sets of learning activities that will assist him in solving these two problems.

PROBLEM 1: ELECTROMAGNETISM

Activity A: Ferromagnetic & Non-Magnetic Materials

Touch each of the following materials with a bar magnet and classify them:

Material	Ferromagnetic / Non-Magnetic
Wooden Splint	
Paper Clips	
5-Cent Coin	
Lodestone	
Rubber Stopper	
Cork	
Glass Rod	
Aluminum (Al)	
Copper (Cu)	
Iron (Fe)	

Explain what is meant by the term “ferromagnetism”. How does that apply here?

Based on your readings, which three materials are the only ones that are ferromagnetic?

Activity B: Laws of Attraction & Repulsion

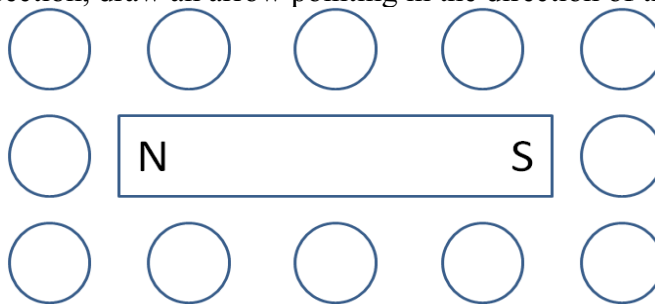
Given two bar magnets, record your observation when:

1. A North (N) pole is brought close to a North (N) pole: _____
2. A South (S) pole is brought close to a South (S) pole: _____
3. A North (N) pole is brought close to a South (S) pole: _____

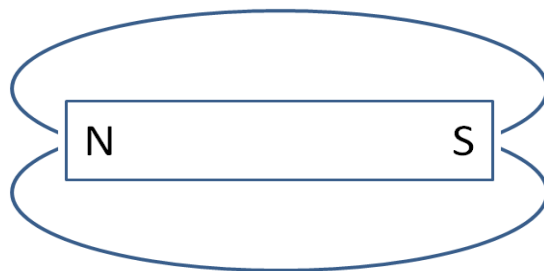
State a universal law to describe the trends seen in this experiment:

Activity C: Magnetic Field of a Bar Magnet using a Compass

Using one compass and one bar magnet, record the direction of the compass at each of the following positions around the bar magnet. Remember, the coloured arrow of a compass points North. To show the direction, draw an arrow pointing in the direction of the North.



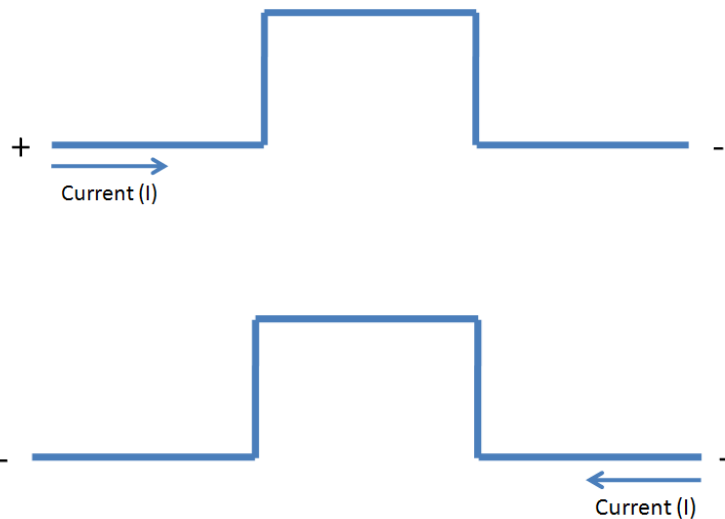
Observe the direction of the arrows of the compasses. On the following diagram, draw arrows on the magnetic field lines that correspond to that observation.



Based on your readings and this experiment, what trends can be observed based on this diagram?

Activity D: Right-Hand Rule for Live Wires

Observe the demonstration of how a compass behaves in proximity to a straight-line conductor (like a metal wire). Draw the direction of the magnetic field lines on the following diagrams:



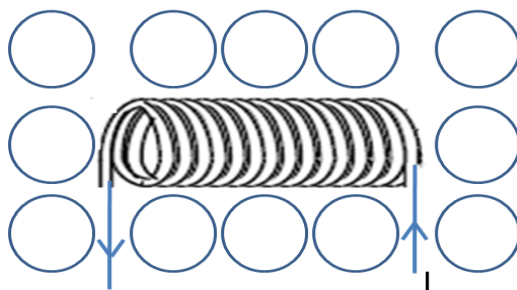
Using your right hand, with your thumb in the direction of the current and the other fingers as the magnetic field lines, draw how your hand can represent your previous observations in the following diagram.



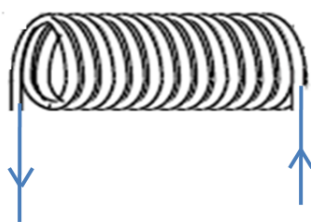
In your own words, state the Right-Hand Rule for Live Wires.

Activity E: Magnetic Field of a Solenoid using a Compass

Place the iron core on the inside of the solenoid and turn on the power source. Record the direction of the compass at each of the following positions around the solenoid. Remember, the coloured arrow of a compass points North. To show the direction, draw an arrow pointing in the direction of the North.



2. Using the previous observation, draw the lines of the magnetic field around the following solenoid:



Activity F: Solenoid with a Bar Magnet

Place an iron core inside a solenoid and turn on the current. Approach the North (N) pole of a bar magnet to one end of the core. What do you observe?

Now, bring the South (S) pole of the bar magnet to the same end of the core as before. What do you observe?

What do these last two observations indicate about the nature of a core inside a live solenoid?

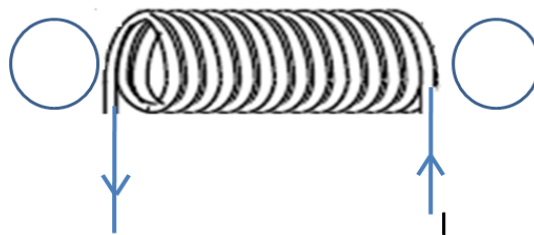
Replace the iron core with a copper core and later a wood core. What influence does the iron core have on the magnetic field of the solenoid?

Increase the current very slightly. What influence does the current in the coil have on the magnetic field of the solenoid?

Based on your readings and this experiment, what influence do you think the number of loops (or coils) have on the magnetic field of the solenoid?

Activity G: Right-Hand Rule for Solenoids

Approach a compass to either end of a solenoid with a current running through it. Place an arrow to represent the North (N) direction within a compass on either side of the solenoid.



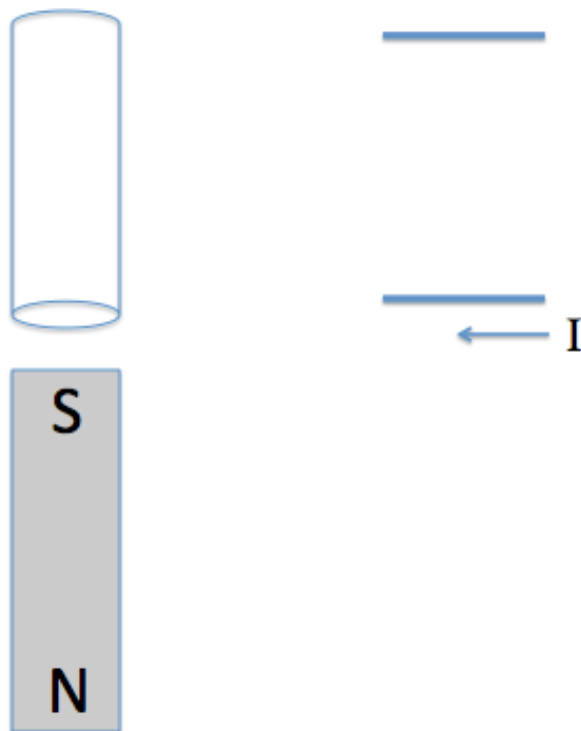
If you place the fingers of your right hand in the direction of the current through the solenoid, your thumb will represent what pole of the solenoid? (remember that opposite poles attract)

North or South

In your own words, state the Right-Hand Rule for Solenoids.

Activity H: The Answer to Problem 1

A bar magnet is attached to the back of the painting. Draw the coils around the core of the solenoid to make sure that the bar magnet and the solenoid attract. This will keep the art hanging in place.

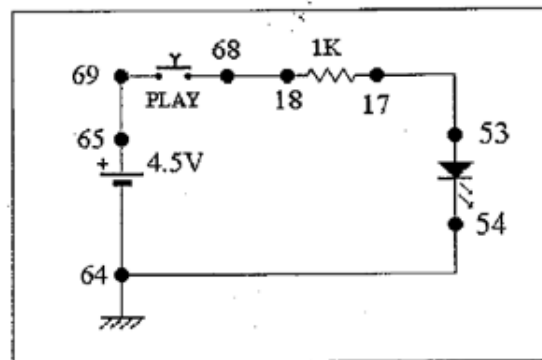


PROBLEM 2: ELECTRONIC DEVICE

Activity A: The Diode

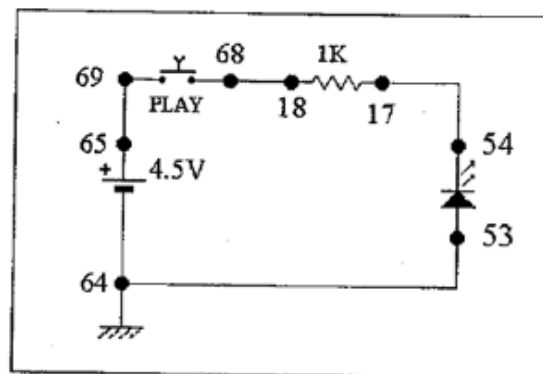
Diodes have a specific function within electronic circuits. Light-emitting diodes, or LED's, are a type of diode that clearly demonstrates that role. Using the LED, determine which direction the current flows in each of the following two circuits.

Build the electronic circuit shown in the following schematic diagram, connecting the numbered poles exactly as shown.



Press the “Play” button, and note your observations.

Build the electronic circuit shown in the following schematic diagram, connecting the numbered poles exactly as shown.



Press the “Play” button, and note your observations.

Noting the slight difference between the two circuits, your readings and the observations you made, what could you conclude about the function of a diode in an electronic circuit?

Activity B: The Capacitor

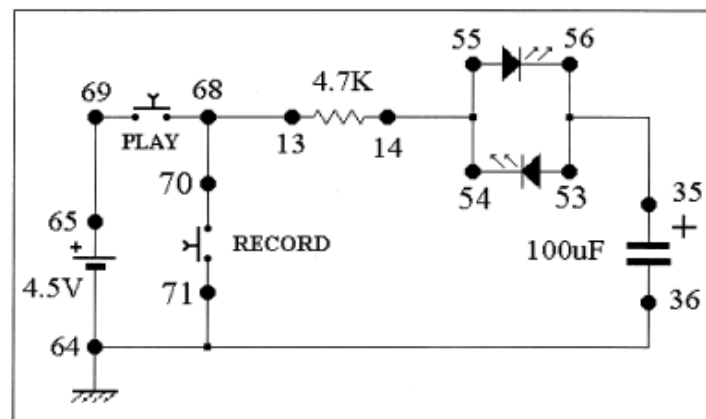
A capacitor is an electrical component which is used to temporarily store electric charges. It can be thought of as an electrical storage tank. The capacitor charges up with energy from the battery while it is connected. This energy can be stored until the capacitor is connected to ground, where it will discharge.

Connect the following circuit using the electronic panel board and wires.

The connecting order is: 68-70, 70-13, 14-54, 54-55, 35-53, 53-56, 36-64, 64-71, 65-69.

*** Warnings:

- The capacitor used in this experiment is polarized, which means it must be connected with the positive terminal exactly as shown or it can be damaged.
- Also, do not press the Play and Record buttons at the same time; this could create a short circuit.



Press and hold the Play button-switch. After a few seconds, release and note your observations.

Press and hold the Play button-switch again. Note your observations.

Now, press and hold the Record button-switch. Note your observations.

Based on your readings and this experiment, explain how a capacitor works in your own words.

Activity C: The Transistor

A transistor is an electrical component that can be used to amplify or control electric signals. It takes the form of a small capsule which has 3 terminals:

1. **C:** Collector
2. **B:** Base
3. **E:** Emitter

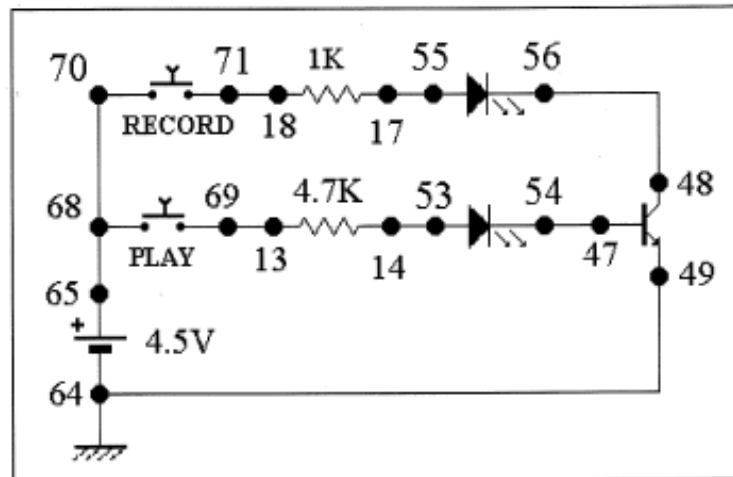


(symbol for a transistor)

In the transistor, a small current which runs through the base terminal can control (or amplify) a much larger current which runs through the other 2 terminals. In this way, if an electric current runs through the base terminal, the collector and emitter terminals will become connected.

In this lab activity, the behaviour of a transistor in an electronic circuit will be analyzed.

Connect the following circuit using the electronic panel board and wires.



Press and briefly hold only the Play button-switch. Note your observations.

Press and briefly hold only the Record button-switch. Note your observations.


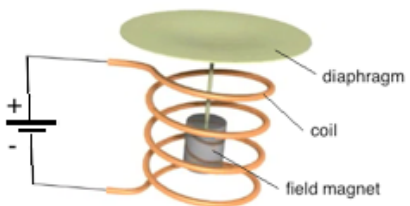
Press and hold briefly both the Play and Record button-switches. Note your observations.

Based on your readings and this experiment, explain how a transistor works in your own words.

Activity D: Conservation and Transformation of Energy

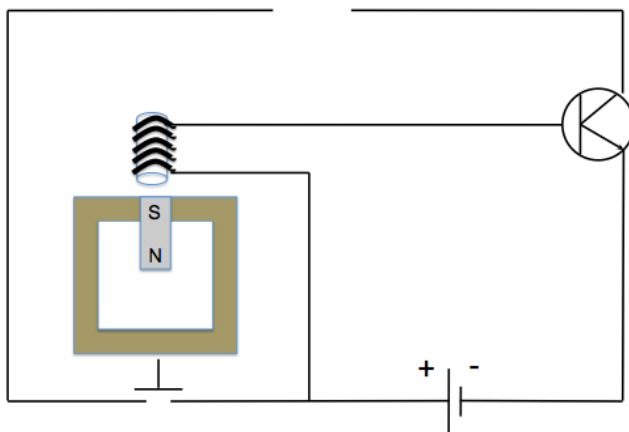
The Law of Conservation of Energy states that energy cannot be created or destroyed, only transferred or transformed. In electronic devices, electrical energy gets transformed.

The following two devices are located on the circuit board. Identify which form(s) of energy are obtained from electrical energy in each case:

Electronic Device	Diagram	Energy Form(s)
Resistor		1.
Speaker		1. 2. 3.

Activity E: The Answer to Problem 2

The art enthusiast decides to use a Light-Emitting Diode (LED) as the alarm. The LED will be placed on a panel and light up if the painting is removed. Insert the LED into the circuit below:



Is the LED placed in the right direction? Explain why this is so important.

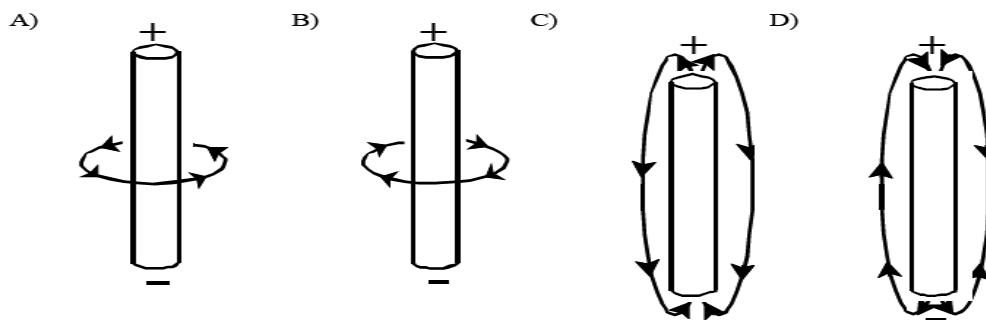
The art enthusiast is worried that the circuit won't work. Explain why it will, and make sure you use the terms "base", "collector" and "emitter" in your explanation.

ANNEXE D

POST-TEST 1 SUR L'ÉLECTROMAGNÉTISME

Question 1

An electric current flows through a straight wire and produces a magnetic field. Which of the following diagrams correctly represents this magnetic field?



Answer: _____

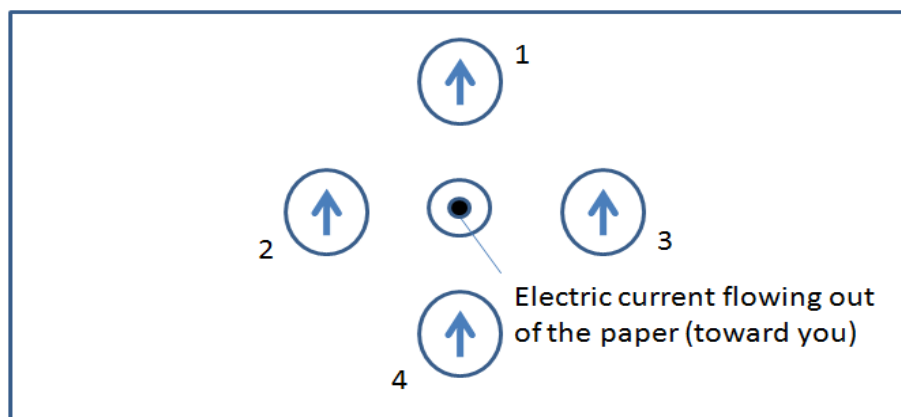
Degree of certainty of your answer:

- ☐ Completely sure
☐ Very sure
☐ Somewhat sure
☐ Somewhat unsure
☐ Very unsure
☐ Completely unsure

Question 2

An electric current in a straight wire comes up through a sheet of paper. Four compasses are placed on the paper at different points around the wire. Four compasses are placed on the paper at different points around the wire.

Which arrow on the diagram correctly shows the direction of the needle of the compass at the location where it is placed?



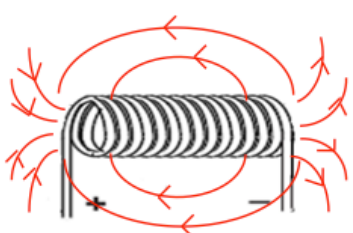
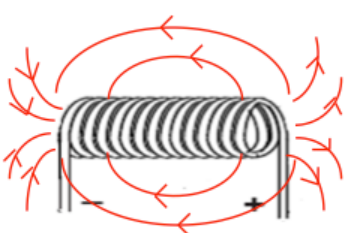


Answer: _____

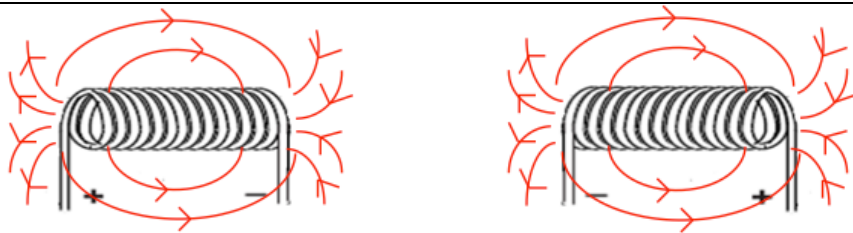
Degree of certainty of your answer:

- ☐ Completely sure
☐ Very sure
☐ Somewhat sure
☐ Somewhat unsure
☐ Very unsure
☐ Completely unsure

a) Compass 1 b) Compass 2 c) Compass 3 d) Compass 4	
--	--

<p>Question 3</p> <p>A current-bearing straight wire can produce a magnetic field. A student would like to increase the intensity of the magnetic field. He proposes four ways to do this:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Increase the current intensity in the wire 6. Increase the length of the wire 7. Increase the thickness (diameter) of the wire 8. Remove the insulation around the wire <p>Which two methods will allow him to increase the intensity of the magnetic field in the straight wire?</p> <ol style="list-style-type: none"> e) 1 and 3 f) 1 and 4 g) 2 and 3 h) 2 and 4 	<p>Answer: _____</p> <p>Degree of certainty of your answer:</p> <p><input type="checkbox"/> Completely sure</p> <p><input type="checkbox"/> Very sure</p> <p><input type="checkbox"/> Somewhat sure</p> <p><input type="checkbox"/> Somewhat unsure</p> <p><input type="checkbox"/> Very unsure</p> <p><input type="checkbox"/> Completely unsure</p>
--	---

<p>Question 4</p> <p>Observe the following four current-bearing solenoids.</p> <p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p> <p>4. </p>	<p>Answer: _____</p> <p>Degree of certainty of your answer:</p> <p><input type="checkbox"/> Completely sure</p> <p><input type="checkbox"/> Very sure</p> <p><input type="checkbox"/> Somewhat sure</p> <p><input type="checkbox"/> Somewhat unsure</p> <p><input type="checkbox"/> Very unsure</p> <p><input type="checkbox"/> Completely unsure</p>
---	---

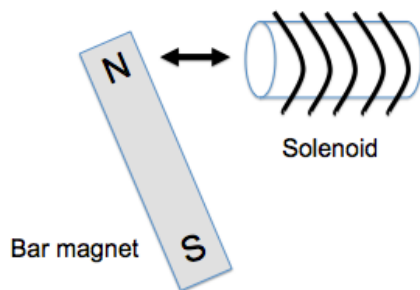


Which two of the configurations demonstrate the correct magnetic field lines for the solenoid?

- e) 1 and 2
- f) 1 and 4
- g) 2 and 3
- h) 3 and 4

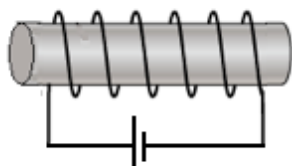
Question 5

An electronic switch operates by attracting a bar magnet to a solenoid as can be seen in the following diagram:



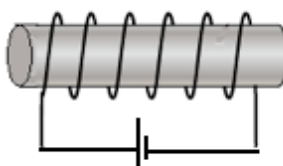
Which of the following solenoids will allow the switch to close?

a) Copper Core



c) Iron Core

b) Copper Core

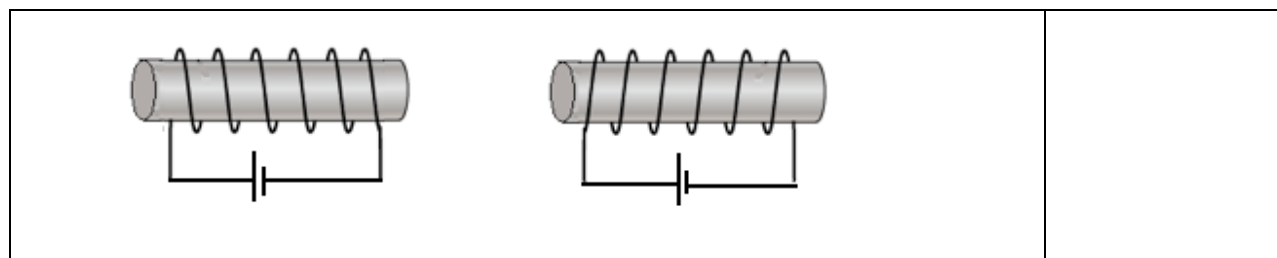


d) Iron Core

Answer: _____

Degree of certainty of your answer:

- ☐ Completely sure
- ☐ Very sure
- ☐ Somewhat sure
- ☐ Somewhat unsure
- ☐ Very unsure
- ☐ Completely unsure

**Question 6**

A compass is placed in the magnetic field of a bar magnet, as shown in the following illustration.



Which of the following best represents the position of the needle of the compass?

a)



b)



c)



d)



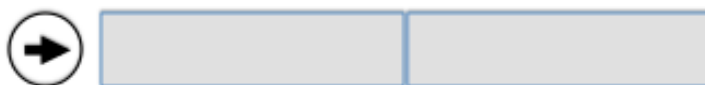
Answer: _____

Degree of certainty of your answer:

- ☐ Completely sure
☐ Very sure
☐ Somewhat sure
☐ Somewhat unsure
☐ Very unsure
☐ Completely unsure

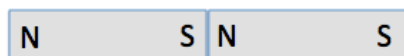
Question 7

A compass is brought to the left of two bar magnets which are attracted one to the other, as can be seen in the following illustration.

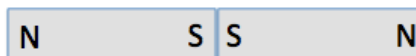


Given the direction of the needle of the compass, which of the following correctly demonstrates the poles of the bar magnets?

a)



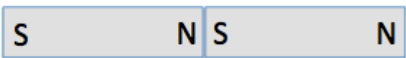
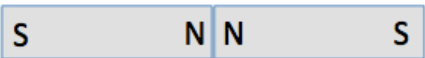
b)



Answer: _____

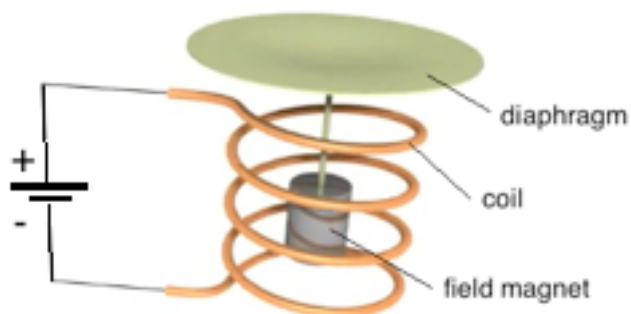
Degree of certainty of your answer:

- ☐ Completely sure
☐ Very sure
☐ Somewhat sure
☐ Somewhat unsure
☐ Very unsure
☐ Completely unsure

c)	d)	
		

Question 8

A speaker that plays music is constructed by sending an electric current through a coil. Inside the coil lies a core that moves up and down based on the current in the coil. This motion causes a diaphragm to vibrate, producing sound.



It is desired to make the vibrations louder. Of the following, which will NOT help to achieve this?

- a) Increase the number of coils
- b) Increase the current intensity in the coils
- c) Replace the material of the core with one that is more ferromagnetic
- d) Replace the material of the coil with one that is more ferromagnetic

Answer: _____

Degree of certainty of your answer:

- ☐ Completely sure
- ☐ Very sure
- ☐ Somewhat sure
- ☐ Somewhat unsure
- ☐ Very unsure
- ☐ Completely unsure

ANNEXE E

POST-TEST 2 SUR LES COMPOSANTES ÉLECTRONIQUES

Question 1

Which of the following symbols is the correct one for a diode?

a)



b)



c)



d)



Answer: _____

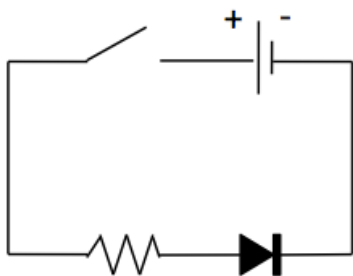
Degree of certainty of your answer:

- ☐ Completely sure
☐ Very sure
☐ Somewhat sure
☐ Somewhat unsure
☐ Very unsure
☐ Completely unsure

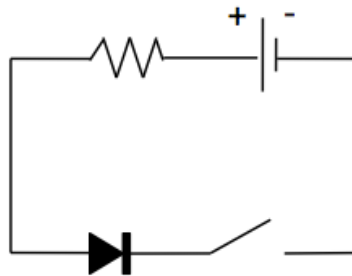
Question 2

When the switch is closed, in which of the following electrical circuits will current NOT be permitted to flow?

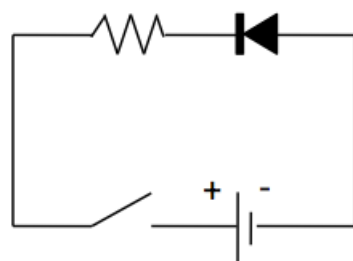
a)



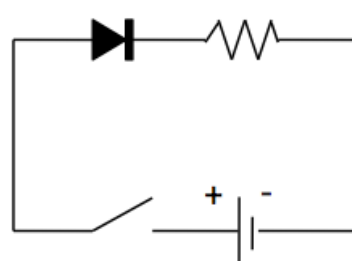
b)



c)



d)



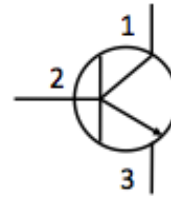
Answer: _____

Degree of certainty of your answer:

- ☐ Completely sure
☐ Very sure
☐ Somewhat sure
☐ Somewhat unsure
☐ Very unsure
☐ Completely unsure

Question 3

The image on the right is the symbol for a transistor, with the numbers 1, 2 and 3 at each terminal.



Which of the following correctly associates each number with its corresponding terminal name?

- a) 1. Base
2. Collector
3. Emitter
- b) 1. Collector
2. Base
3. Emitter
- c) 1. Collector
2. Emitter
3. Base
- d) 1. Base
2. Emitter
3. Collector

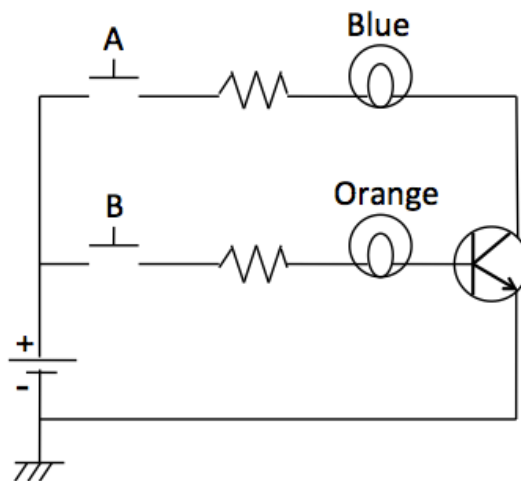
Answer: _____

Degree of certainty of your answer:

- ☐ Completely sure
☐ Very sure
☐ Somewhat sure
☐ Somewhat unsure
☐ Very unsure
☐ Completely unsure

Question 4

Observe the following electronic circuit.



When only Switch A is pressed, which of the following statements is TRUE?

- a) Only the blue light bulb will be lit.
- b) Only the orange light bulb will be lit.
- c) Both light bulbs will be lit.
- d) Neither light bulb will be lit.

Answer: _____

Degree of certainty of your answer:

- ☐ Completely sure
☐ Very sure
☐ Somewhat sure
☐ Somewhat unsure
☐ Very unsure
☐ Completely unsure

Question 5

An electric kettle is filled with water, plugged into an outlet and turned on.

Which of the following statements is TRUE?

- e) Some of the electrical energy is transferred into the water; the rest is transferred into the surroundings.
- f) Some of the electrical energy is transferred into the water; the rest is transformed into thermal energy and goes into the surroundings.
- g) All of the electrical energy is transformed into thermal energy and goes into the water and the surroundings.
- h) All of the electrical energy is transformed into thermal energy and is used to heat up the water only.

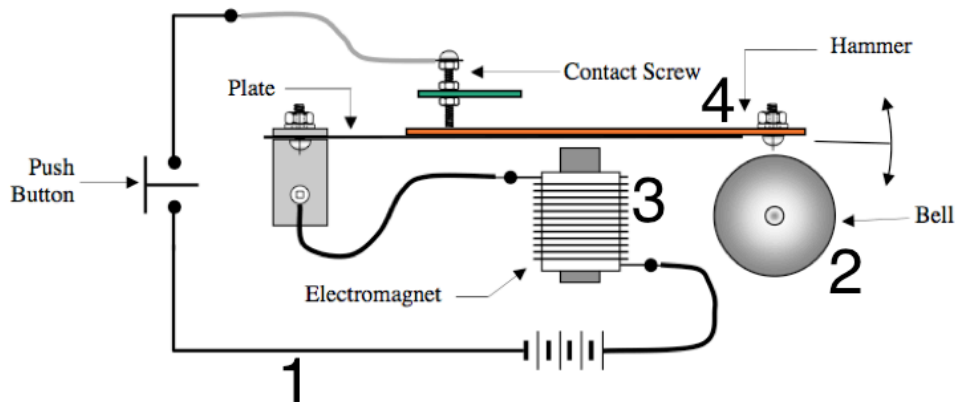
Answer: _____

Degree of certainty of your answer:

- ☐ Completely sure
- ☐ Very sure
- ☐ Somewhat sure
- ☐ Somewhat unsure
- ☐ Very unsure
- ☐ Completely unsure

Question 6

The following diagram demonstrates the various components of a doorbell. When the button is pushed, current enters the electromagnet and attracts the plate, which in turn causes the hammer to strike the bell.



Which of the following correctly associates the type of energy involved at the location of the number?


- a) 1. Magnetic
2. Mechanical
3. Electrical
4. Sound
- b) 1. Electrical
2. Mechanical
3. Magnetic
4. Sound

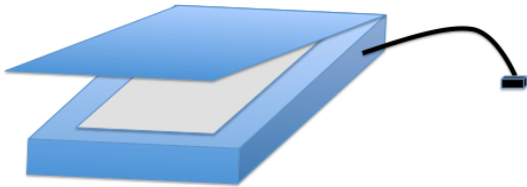
Answer: _____

Degree of certainty of your answer:

- ☐ Completely sure
- ☐ Very sure
- ☐ Somewhat sure
- ☐ Somewhat unsure
- ☐ Very unsure
- ☐ Completely unsure

c) 1. Magnetic 2. Sound 3. Electrical 4. Mechanical	d) 1. Electrical 2. Sound 3. Magnetic 4. Mechanical	
--	--	--

<p>Question 7</p> <p>A Piezo-electric buzzer is a component that is placed in an electronic circuit. When an electric current passes through it, a crystal begins to vibrate, making a very distinctive noise.</p>  <p>Of the following, which is NOT a form of energy involved in this transformation?</p> <p>e) Electrical f) Magnetic g) Mechanical h) Sound</p>	<p>Answer: _____</p> <p>Degree of certainty of your answer:</p> <p><input type="checkbox"/> Completely sure <input type="checkbox"/> Very sure <input type="checkbox"/> Somewhat sure <input type="checkbox"/> Somewhat unsure <input type="checkbox"/> Very unsure <input type="checkbox"/> Completely unsure</p>
--	---

<p>Question 8</p> <p>An optical scanner is an electronic device that reads the contents of a paper document and converts it into digital form on a computer.</p>  <p>Various electronic components of the scanner accomplish the following functions:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Detects information on the paper by converting electrical into luminous energy. 2. Processes the information collected into binary form (a series of 1's and 0's) so that a computer may read it. 3. Transfers the electric current from the outlet in the wall to the electronic components. 4. Stabilizes the current from the outlet by discharging during low voltage periods and recharging during high voltage periods. 	<p>Answer: _____</p> <p>Degree of certainty of your answer:</p> <p><input type="checkbox"/> Completely sure <input type="checkbox"/> Very sure <input type="checkbox"/> Somewhat sure <input type="checkbox"/> Somewhat unsure <input type="checkbox"/> Very unsure <input type="checkbox"/> Completely unsure</p>
---	---

Which of the following sets of electronic components is correctly associated with the functions listed above?

- a) 1. Light-emitting diode
2. Transistor
3. Relay
4. Capacitor

- b) 1. Transistor
2. Light-emitting diode
3. Wire
4. Capacitor

- c) 1. Transistor
2. Light-emitting diode
3. Capacitor
4. Relay

- d) 1. Light-emitting diode
2. Transistor
3. Wire
4. Capacitor

ANNEXE F

QUESTIONNAIRE D'APPRÉCIATION

End of Study Survey

- Please respond to each of the following statements by placing a check mark in only one of the two boxes on the right.
- Do not write your name on this sheet.
- If you are unsure of your answer, choose the one that is most representative of your opinion.

Category	Question	Regular Textbook	Electronic Textbook
Satisfaction (Learning Content)	I found it easier to learn science concepts by using...		
	I felt I overall learned science concepts better by using...		
	I found it easier to focus by using...		
	I found it more difficult to learn science concepts by using...		
	I felt more bored in learning activities using...		
Satisfaction (Learning Process)	I found it easier to collaborate with a partner in learning activities using...		
	I found it easier to come up with questions for a partner or the teacher by using...		
	I found it easier to complete individual assignments when using...		
Satisfaction (Cognitive Learning Outcomes)	My ability to search for information was best improved by using...		
	My ability to complete learning activities was best achieved by using...		
	My ability to solve problems on my own was best supported by using...		
Satisfaction (Affective Learning Outcomes)	I was more interested in learning activities when using...		
	I was more motivated to study when using...		
	I feel my grades improved overall more when using...		

	I feel more able to apply what I learned in real life after having used...		
	Given the choice, I would rather continue to learn using...		
Satisfaction (Technology)	In general, in all learning activities, I found it more convenient to use...		
	I found it lighter to carry...		
	I found the learning content was better structured in...		
	I found it easier to find and return to information I was looking for when using...		

Category	Question	Yes	No
Confidence & Endurance	I feel that I am a better student academically than my average classmate.		
	I feel that I have better computer and technology skills than my average classmate.		
	When an electronic textbook, I found, even after a while, that I often had to overcome technology glitches.		

Additional Comments Provide any additional comments you feel would be of benefit to this study.

ANNEXE G

VALIDATION: AUTRES COMMENTAIRES ET ACTIONS

Commentaire	Action
À la figure 1 (chapitre 1), il n'est pas évident qu'il y a plusieurs images contenues dans la galerie.	Les icônes dans le bas de la figure ont été agrandis (ils étaient des points auparavant) pour permettre de mieux les visualiser.
À la figure 2 (chapitre 1), il est difficile de corriger si l'on fait une erreur.	Une fonction « vidange » a été trouvée afin de pouvoir au moins effacer le travail fait.
Il serait intéressant d'ajouter plus d'applications de la vraie vie dans le manuel électronique.	À part les galeries, un commentaire ignoré, car il est important de maintenir une longueur et contenu similaire au manuel conventionnel.
Rajouter de la numérisation pour les titres de sections dans les chapitres.	Commentaire retenu. Des titres (1.1, 1.2, etc.) ont été rajoutés pour aider au repérage de contenu dans le manuel électronique.
La page couverture présente une espace large entre les deux titres.	Le livre sera scindé en deux parties pour seulement permettre aux élèves de voir la partie que leur concerne. Il y aura donc deux nouvelles pages couvertures qui ne contiendront qu'un titre chacun.
Rajouter un index à la fin du manuel pour être plus similaire au manuel conventionnel.	Commentaire ignoré. Les fonctions de repérage et de glossaire devraient accomplir la même tâche que l'index.
Erreur à la page 3 : « number of alignment domains » devrait lire « number of aligned domains ».	Commentaire retenu. L'erreur a été corrigée.
Les définitions de « magnetic remanence » (p.5) et « electromagnetism » (p.6) sont les mêmes.	Commentaire retenu. Une erreur de frappe a fait en sorte que ces deux définitions soient pareilles. La définition de « magnetic remanence » a été corrigée.
Erreur à la figure 4 (chapitre 1) : le mot « election » a remplacé le mot « electron ».	Commentaire retenu. L'erreur a été corrigée.
Erreur à la page 7 : « coil or regularly shaped loops » devrait lire « coil of regularly shaped loops ».	Commentaire retenu. L'erreur a été corrigée.
Erreur à la page 8 : « ...poles of a magnet are fix » devrait lire « poles of a magnet are fixed ».	Commentaire retenu. L'erreur a été corrigée.
Erreur à la page 11 : « ceilings lamps » devrait lire « ceiling lamps ».	Commentaire retenu. L'erreur a été corrigée.
La définition de la direction de courant conventionnel n'a pas été couverte dans ni l'un ni l'autre des chapitres, mais ce	Commentaire intéressant, mais ignoré. En fait, cette définition a été couverte dans une section antérieure du cours, donc l'élève

phénomène a un effet sur le contenu étudié, particulièrement sur la règle de la main droite.	devrait en principe s'en souvenir et l'appliquer dans les situations présentées dans le manuel électronique.
--	--

ANNEXE H

COMMENTAIRES SUR LA SATISFACTION DES ÉLÈVES

The main reason I am pro-electronic textbook is because of the touchable images and videos. Both textbooks have the information written down but the videos of the electronic version allowed me to understand concepts better.
I fell asleep while using the textbook.
I found these past few days a bit challenging. I have a difficult time “self-teaching” or teaching myself. I find it easier when explained or demonstrated rather than read.
The iPad is easier, less heavy and is more interactive.
It’s easier to work with a textbook, but it is far from convenient to carry around everywhere.
I find that using an electronic textbook is more of a distraction than anything else. I find that I am more compelled to do other things on an electronic textbook than on a paper textbook.
I find that regular textbooks show the information in a more complicated way, however using the electronic textbook hurts my eyes more and I get lost while I’m reading sometimes.
The one major issue I found with the e-book was that I was more easily distracted. But it makes everything from transport to review and group work easier.
Using an iPad for an extended period of time hurts my eyes.
Textbook = better concentration = more learning.
I enjoyed using the electronic textbook because you can highlight easier to find things.
I liked both, but the textbook was better.
E-books will always be lighter, yet the distractions on the iPad are limitless.
The electronic textbook is more convenient than the textbook.
I found the first study on magnets was overall more difficult content.
I feel it is important to mention that I already knew a lot about transistors, resistors, capacitors, etc – and not much about magnetism.
This study was very interesting and no comments in general, although it was well structured and very informative.
The electronic textbook was extremely well done.
The electronic version is easier to study with and have on you at all times because of the fact that it is on your tablet.
I feel you learn more while using a textbook, but the iPad makes everything easier and more fun.
The electricity experiment was overall easier, so it made the textbook easier for me to use.
E-books are great but also can be a distraction with apps and games available at a slide of a finger. E-books can lose their battery, a book doesn’t.
I liked using a textbook when everything is turning into something digital.
The textbook was hard to find information.
I just made a very contradictory survey. I like the e-book more: it’s lighter, more interactive, not a huge heavy textbook.
The interactivity of the virtual textbook was unmatched by the textbook, and was the most helpful part of using the e-book.
I believe that using the e-book is great but I learned more with the textbook because there were no distractions. Some boxes I could have checked both because both the e-book and the textbook helped me.
It’s easier to use the electronic textbook but there are many more distractions that could affect me.